

REC'D 11 APR 2003

WIPC

PCT

PT/PTO

01 JUL 2004

PCT/JP 03/01450

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

12.02.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-198394

[ST.10/C]:

[JP2002-198394]

出 願 人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

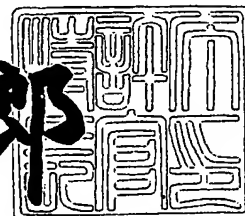
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 3月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3020609

【書類名】	特許願
【整理番号】	2036740076
【提出日】	平成14年 7月 8日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H04N 1/00
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 社内
【氏名】	渡辺 辰巳
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 社内
【氏名】	桑原 康浩
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 社内
【氏名】	物部 祐亮
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 社内
【氏名】	黒沢 俊晴
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 社内
【氏名】	奥 博隆
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 社内
【氏名】	小嶋 章夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル画像データを入力する画像入力手段と、
前記画像入力手段で得られた入力画像に前処理を行う前処理手段と、
前記前処理手段で得られた前処理後の画像のコントラスト改善処理を行うコントラスト改善処理手段と、
前記コントラスト改善処理手段で得られた強調画像と入力画像の合成を行う画像合成手段と、
前記画像合成手段で得られた合成後の画像に後処理を行う後処理手段と、
前記後処理手段で得られた後処理後の画像を出力する画像出力手段より構成されることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 コントラスト改善手段が、対象画素の周囲よりコントラスト改善時に使用する画素を決定する比較画素決定手段と、
前記比較画素決定手段で得られた画素の濃度をもとに対象画素のコントラスト改善量を求める強調量導出手段と、
前記強調量導出手段で得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値を求める変換基準値算出手段と、
前記強調量導出手段で得られたコントラスト改善量を、前記変換基準値算出手段で得られた変換基準値をもとに実際の画素値に変換する画素値変換手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 強調量導出手段が、比較画素決定手段で選択された周囲画素濃度より局所的な特徴を表す比較対象濃度を求める周囲平均手段と、
前記周囲平均手段で得られた重み付き平均濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段より構成されることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 強調量導出手段が、比較画素決定手段で選択された周囲画素濃度より局所的な特徴を表す比較対象濃度を求める周囲平均手段と、
対象画素のエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段と、

前記エッジ情報検出手段で得られたエッジ情報より得られる補正係数を算出する補正係数算出手段と、

前記周囲平均手段で得られた重み付き平均濃度を前記補正係数算出手段で得られた補正係数で補正する比較量補正手段と、

前記比較量補正手段で得られた補正後の比較濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段より構成されることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】強調量導出手段が、比較画素決定手段で選択された周囲画素濃度より局所的な特徴を表す比較対象濃度を求める周囲平均手段と、

前記周囲平均手段で得られた重み付き平均濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段と、

比較画素決定手段で選択された周囲画素と対象画素の濃度差分より得られる強調成分を算出する強調成分算出手段と、

前記改善量算出手段で得られたコントラスト改善量に前記強調成分算出手段で得られた強調成分を加算する改善量補正手段より構成されることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】コントラスト改善手段が、対象画素の周囲よりコントラスト改善時に使用する画素の垂直方向位置を決定する比較画素決定手段と、

前記比較画素決定手段で得られた画素を対象として、各水平画素位置ごとに垂直方向における画素濃度の重み付き加算を行う垂直方向加算手段と、

前記垂直方向加算手段で得られた各水平画素位置における値より、対象画素の周囲画素として設定された領域内に含まれる水平画素位置の値を用いて、対象画素に対する比較濃度を算出する簡易周囲平均手段と、

対象画素の周囲画素の濃度より得られる補正係数を算出する補正係数算出手段と、

前記簡易周囲平均手段で得られた比較濃度を前記補正係数算出手段で得られた補正係数で補正する比較量補正手段と、

前記比較量補正手段で得られた周囲の特徴を表す比較濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段と、

前記改善量算出手段で得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値を求める変換基準値算出手段と、

前記強調量導出手段で得られたコントラスト改善量を、前記変換基準値算出手段で得られた変換基準値をもとに実際の画素値に変換する画素値変換手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】コントラスト改善手段が、対象画素の周囲よりコントラスト改善時に使用する画素の垂直方向位置と水平方向位置を決定する比較画素決定手段と、

前記比較画素位置決定手段で得られた画素を対象として、選択された水平画素位置において、その垂直方向における画素濃度の重み付き加算を行う間引き垂直方向加算手段と、

前記比較画素決定手段で選択された水平画素位置に対する前記間引き垂直方向加算手段で得られた加算値より、対象画素の周囲画素として設定された領域内に含まれる水平画素位置の値を用いて、対象画素に対する比較濃度を算出する簡易周囲平均手段と、

比較画素決定手段で選択された周囲画素の濃度より得られる補正係数を算出する補正係数算出手段と、

前記簡易周囲平均手段で得られた比較濃度を前記補正係数算出手段で得られた補正係数で補正する比較量補正手段と、

前記比較量補正手段で得られた周囲の特徴を表す比較濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段と、

前記改善量算出手段で得られた補正後のコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値を求める変換基準値算出手段と、

前記強調量導出手段で得られたコントラスト改善量を、前記変換基準値算出手段で得られた変換基準値をもとに実際の画素値に変換する画素値変換手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】前処理手段が、入力画像の扱うべき色空間を特定する色空間特定手段と、

前記色空間特定手段で、特定された色空間に対して入力画像に予め処理された

ガンマ変換の逆変換を行う線形化手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】後処理手段が、色空間特定手段で特定された色空間の持つガンマ関数による変換を行うガンマ変換手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】後処理手段が、入力画像の輝度値及び色差成分を算出する入力輝度・色算出手段と、

前記入力輝度・色算出手段で得られた入力画像の輝度成分と合成画像の輝度成分を比較し、合成画像の輝度成分を調整する輝度調整手段と、

前記輝度調整手段で得られた合成画像の輝度成分をもとに前記入力輝度・色算出手段で得られた入力画像の色成分を修正する色成分修正手段と、

前記輝度調整手段で得られた合成画像の輝度成分と、前記色成分修正手段で得られた修正後の色成分を使って合成画像に再変換する画像再生成手段と、

前記画像再生成手段で得られた合成画像に対して、前処理手段内の色空間特定手段で特定されたガンマ関数による変換を行うガンマ変換手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】デジタル画像データを扱う画像処理方法において、
入力されたデジタル画像データに所定の前処理を行い、
得られた前処理後の画像のコントラスト改善処理を行い、
コントラスト改善処理で得られた強調画像と入力画像の合成を行い、
画像合成処理で得られた合成後の画像に後処理を行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 12】コントラスト改善処理として、
対象画素の周囲よりコントラスト改善時に使用する画素を決定し、
決定された画素の濃度をもとに対象画素のコントラスト改善量を求め、
強調量導出処理で得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値を求め、

その基準値をもとに強調量導出処理で得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換することを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】強調量導出処理として、

対象画素の周囲画素濃度より局所的な特徴を表す比較対象濃度を求め、
得られた比較対象濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求めることを
特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 4】強調量導出処理として、

対象画素の周囲画素濃度より局所的な特徴を表す比較対象濃度を求め、
対象画素の周囲画素として選択された画素濃度よりエッジ情報を求め、
得られたエッジ情報より得られる補正係数を算出し、
得られた比較対象濃度としての重み付き平均濃度を補正係数で補正し、
補正された比較対象濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求め、
コントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値をもとに、
得られたコントラスト改善量を、変換基準値をもとに実際の画素値に変換する
ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 5】強調量導出処理として、

対象画素の周囲画素濃度より局所的な特徴を表す比較対象濃度を求め、
得られた比較対象濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求め、
対象画素の周囲画素と対象画素の濃度差分より得られる強調成分を算出し、
得られたコントラスト改善量に強調成分を加算して補正を行い、
補正後のコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値を求め、
その基準値をもとに強調量導出処理で得られたコントラスト改善量を実際の画
素値に変換することを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 6】コントラスト改善処理として、

対象画素の周囲よりコントラスト改善時に使用する画素の垂直方向位置を決定
し、

決定された画素を対象として、各水平画素位置ごとに垂直方向における画素濃
度の重み付き加算値を求め、

得られた各水平画素位置における重み付き加算値より、対象画素の周囲画素と
して設定された領域内に含まれる水平画素位置の値を用いて、対象画素に対する
比較濃度を算出し、

対象画素の周囲画素の濃度より得られる補正係数を算出し、

得られた比較濃度を対象画素の周囲画素の濃度より得られた補正係数で補正し

補正された比較対象濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求め、

得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値をもとに、

その基準値をもとに得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換することを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理方法。

【請求項 17】コントラスト改善処理として、

対象画素の周囲よりコントラスト改善時に使用する画素の垂直方向位置と水平方向位置を決定し、

選択された水平画素位置において、その垂直方向における選択された垂直画素位置の濃度の重み付き加算を行い、

選択された水平画素位置に対して得られた垂直方向での加算値より、対象画素の周囲画素として設定された領域内に含まれる加算値を用いて、対象画素に対する比較濃度を算出し、

選択された周囲画素の濃度より得られた補正係数をもとに、対象画素に対する比較濃度を補正する処理を行い、

補正された比較対象濃度と対象画素濃度よりコントラスト改善量を求め、

得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の基準値をもとに、

その基準値をもとに、得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換することを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 18】前処理として、

入力画像の扱うべき色空間を特定し、

特定された色空間に対して入力画像に予め処理されたガンマ変換の逆変換をことを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理方法。

【請求項 19】後処理として、

前処理としての色空間特定処理で特定されたガンマ関数による変換を行うことを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理方法。

【請求項 20】後処理として、

入力画像の輝度値及び色差成分を算出し、

得られた入力画像の輝度成分と合成画像の輝度成分を比較し合成画像の輝度成分を調整し、

得られた合成画像の輝度成分をもとに入力画像の色成分を修正し、

得られた合成画像の輝度成分と、修正後の色成分を使って合成画像に再変換を行い、

得られた合成画像に対して、前処理手段内の色空間特定手段で特定されたガンマ関数による変換を行うことを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタルカメラ等で得られたデジタル画像のコントラストを自動的に調整して、より鮮明な画像を高速に得ることができる画像処理装置及び画像処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

デジタルカメラで撮影されたカラー画像は、撮像素子である CCD 素子で得られたアナログ値におけるノイズ割合を表す SN レベルやアナログ値をデジタル値に変換する際の変換精度等の影響で、実際に撮影された自然画像の持つ画素濃度のダイナミックレンジよりも狭いレンジに制限されるため、影がかかった細部の情報が損失する現象が発生する傾向がある。特に画像内に明るい領域と暗い領域が混在するようなサンプルを撮影しようとした場合にその傾向は大きい。その改善として、デジタル画像の輝度等の範囲をより輝度の高い画像部分からより輝度の低い画像部分までに拡げるように、コントラスト強調を行う手法がまず考えられる。そのコントラスト強調の従来手法としては、原画像を構成する全画素の輝度値の分布状態を示すヒストグラムを作成し、ヒストグラムの累積曲線を輝度変換曲線として原画像中の画素の輝度値を新たな輝度値に変換し、画像のコントラストを強調するヒストグラム均等化手法がある。この手法は、原画像全領域の画素の輝度を同一の輝度変換曲線で新たな輝度に変換するために、部分的にはかえ

ってコントラストが低下してしまう部分が生じることがある。このため、画像全体にわたってコントラスト強調を行いたい場合には、その領域に合ったコントラスト強調処理を行う必要がある。

【 0 0 0 3 】

この手法のさらなる改善として、画像を複数の矩形領域に分割し、各々の領域毎に上記ヒストグラム均等手法を適用する局所的ヒストグラム均等化手法も多く提案されており（例えば、特開 2 0 0 0 - 2 8 5 2 3 0 公報）、その構成図は図 2 2 のようになる。図 2 2 はコントラスト改善部を表したものであり、画像を矩形に分割する画像データ分割部 2 2 1、矩形ごとにヒストグラムを作成するヒストグラム作成部 2 2 2、および矩形ごとにコントラストの伸張を行うコントラスト伸張部 2 2 3 よりなる。しかし、この手法を用いた場合、コントラストが強調されすぎる矩形領域が発生したり、隣接する矩形領域間の境界でコントラストが不連続になる可能性があるなどの問題点が指摘されている。

【 0 0 0 4 】

一方、ヒストグラムを利用しないで、このような問題の解決策として、フィールドごとにデジタルカメラのシャッタ時間や絞りを変えて、明るい部分と暗い部分を別々に撮像し、得られた各々の情報を 1 枚の画像に合成して中間調濃度を実現することで、実際に撮影された自然画像の持つ画素濃度度のダイナミックレンジに近づける手法も提案されている。その例として、特開平 6 - 1 4 1 2 2 9 公報に参照されている例があり、その装置の構成図は図 2 3 のようになる。図 2 3 において、2 3 0 は被写体の光電効果を行う撮像素子、2 3 1 は画像信号を記録するメモリ、2 3 2 は信号レベルを常数倍する乗算手段、2 3 3、2 3 8 は画像信号のレベルに応じて重みを付加するレベル重み手段、2 3 4 は信号を加算する加算手段、2 3 5 は画像信号の速度を変換する速度変換手段、2 3 6 は画像信号のレベルを圧縮するレベル圧縮手段、2 3 7 は各ブロックのタイミングを制御するタイミング制御手段である。この発明装置は、撮像素子における電荷蓄積期間の異なる 2 枚以上の画像の信号レベルに応じて重み付け合成を行い、得られた合成画像出力を標準テレビ信号の速度に変換するとともに、テレビ信号での基準レベルに圧縮するテレビ撮像装置に関するものであるため、速度変換手段、レベル

圧縮手段等を有する。そのため、デジタルカメラに当てはめる場合、速度変換手段やレベル圧縮手段は必要な構成要素ではない。しかし、この発明のように複数の電荷蓄積期間で得られた画像合成による手法の場合、合成された画像におけるコントラストの不連続性は生じにくい、最低2枚の画像を続けて取るため、原理的に同じ画像を取ることができない。そのため、これらの画像を合成した場合、シャッタ速度にも影響されるが合成画像の細部がぼけたりずれたりする画像が作成される可能性がある。また、明るい部分を撮影する際の濃度レンジと暗い部分を撮影する際の濃度レンジで画像内の持つ濃度レンジ全域をカバーできていない場合、その2つの中間濃度レンジで不連続性が生じる危険もある。

【0005】

ところで、このような影のかかった領域での細部及び色を人間が観察した場合、人間の視覚は上記のような問題を発生させることなく、画像の持つ広い濃度のダイナミクスや色を知覚することができる。このような人間の視覚を中心とした中央視野／周辺視野レティネックスの概念は、Edwin Landにより「An Alternative Technique for the Computation of the Designator in the Retinex Theory of Color Vision」、National Academy of Science、第84巻、pp.3078からpp.3080 (1986) の中で紹介されている。この中では、人間の視覚のレティネックスの概念では、中央視野が2から4基礎単位分の直径を持ち、周辺視野が中央視野の約200から250倍の直径を有する逆2乗関数で記述されている。そして、中央視野、周辺視野各々の視野内での信号強度の空間的平均が知覚される強度に関係するとして定義されている。これらの原理に従い、上記のような暗部における色と明度表現を改善する手法が近年提案されている。この例は国際公開番号W097/45809（日本では特表2000-511315公表番号）で記述されており、図24はその構成を示す。なお、ここではグレースケール画像を例に説明するが、カラー画像に対しても拡張することができる。画像の (i, j) における画素値 $I(i, j)$ はプロセッサ241及びフィルタ242によって調整されフィルタリング処理が行われる。

【0006】

画素ごとに、プロセッサ241は、次式（数1）のような調整画素値 $I'(i, j)$

を算出する。ここで、 $F(x,y)$ は周辺視野を表す周辺視野関数であり、「*」は畳み込み演算処理を示す。

【0007】

そして、 $F(x,y)$ が式(数2)の条件を満足するように正規化係数 K が決定されており、これにより式(数1)の第2項は、周辺視野における画素値の平均値に相当する。つまり、式(数1)は大きな領域における画素値平均値に対する各画素の画素値の比率を対数変換したものに相当する。周辺視野関数 $F(i,j)$ は、人間の視覚モデルとの対応から対象画素に近づくほど寄与する割合が高いように設計されており、式(数3)のようなガウス関数が適用される。ここで c は各画素値 $I(i,j)$ の調整画素値 $I'(i,j)$ をコントロールするための定数である。

【0008】

【数1】

$$I'(i,j) = \log[I(i,j)] - \log[I(i,j) * F(i,j)]$$

【0009】

【数2】

$$K \iint F(i,j) di dj = 1$$

【0010】

【数3】

$$F(i,j) = \exp(-r^2 / c^2)$$

$$r = (i^2 + j^2)^{1/2}$$

【0011】

以上のように、この従来の発明では周辺視野での平均画素値に対する対象画素値を調整された画素値 $I'(i,j)$ として算出し、この値に対して、ディスプレイ243によって使用されるレティネックス出力 $R(i,j)$ を生成するためのフィルタ処理が242により行われる。242は $I'(i,j)$ を対数領域からディスプレイ243で扱われる $R(i,j)$ の画素値領域へ変換するものであり、処理の簡便化のために全ての画素に対して同一のオフセット及び利得変換関数を適用する処理が用いら

れる。

【0012】

しかしながら、この手法の場合、周辺視野関数を制御する c による影響を大きく受ける。例えば、この c が大きな値になると対象画素に寄与する周辺視野が大きくなることで、大きな影における色の補償のみが可能となるが、一方、この c が小さい値の場合、対象画素近傍のみが影響を与えることとなり、小さな影領域での改善のみが見受けられる。このように扱う画像内の画素値のダイナミックレンジに応じて適切な c を考慮する必要があり画像依存性の問題が挙げられる。その改善として、複数の周辺視野領域を設ける手法も同じ特許内に提案されているが、いくつ周辺視野領域を用意するかが明確になっていない。また、改善精度を向上されるために大きな周辺領域から小さい周辺領域を多く用意することにより、処理時間が膨大になってしまうという問題点がある。

【0013】

また、複数の定数 c により設定される最大の周辺視野内で画素値変動が非常に小さい場合、調整された画素値 $I'(i, j)$ は複数領域を用意しても $I(i, j)$ に関係なく1.0近傍になる。このような場合、画素値変動の小さい対象画素での $I'(i, j)$ はその入力画像全体における $I'(i, j)$ の平均近傍に位置する 경우가多く、242におけるオフセット及び利得変換関数如何に関わらず、実際の画素値における中央付近に向かいやすい傾向がある。特にハイライト輝度をもつ一様に広い画像領域では、調整後の輝度が下がる方向に調整されやすく視覚的に悪化する問題がある。一方、夜景等の輝度の低く広い領域では過剰に強調されることで撮影時に発生した色ノイズや圧縮ノイズが表れることがあった。

【0014】

この課題を解決するための手法として、先行出願より入力画像と強調画像の適応的な合成画像を導出することでこれらを改善できることを示した。その一方で、画像の平坦化、特に輪郭部分における濃度差の減少が発生した。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の人間の視覚モデルをもとにしたコントラスト改善技術では

、その他の手法よりもより鮮明なコントラスト変換画像を得ることができたが、人間の周辺視野を規定するための定数や最終的に扱うための実際の画素値に変換する際のフィルタ処理の設計に経験的知識を多く含むという問題点を抱えている。その対応策として、複数の周辺視野を用意した多重解像度モデルも提案されているが、処理時間が膨大となってしまう。

【 0 0 1 6 】

また、画像合成時により生じた合成画像の平坦化、特に輪郭部分のさらなる強調が必要になる。

【 0 0 1 7 】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、撮像された明暗部を持つ画像のみを用いてより鮮明かつ高速に撮像画像のコントラストを改善することができる画像処理装置及び画像処理方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明の第1の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める。得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際に、対象画素の輝度に応じて制御することで、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少が改善することができるようにしたものである。

【 0 0 1 9 】

上記課題を解決するために本発明の第2の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める際に、対象画素の輝度に応じて周辺領域の平均画素値である比較濃度を制御するものである。こうすることで、より対象画素の濃度とその周囲の比較濃度の差を強調することができ、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少が改善することができるようにしたものである。

【 0 0 2 0 】

上記課題を解決するために本発明の第 3 の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める。得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際に、対象画素の濃度と周囲画素の濃度の差分に応じて上記コントラスト改善量を補正することで、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少が改善することができるようにしたものである。

【 0 0 2 1 】

上記課題を解決するために本発明の第 4 の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の周辺領域における平均画素値を求める際に、まずコントラスト改善時に使用する画素の垂直方向位置を決定し、決定された画素を対象として、各水平画素位置ごとに垂直方向における画素濃度の加算値を求める。そして、得られた各水平画素位置における加算値より、対象画素の周囲画素として設定された領域内に含まれる水平画素位置の値を用いて、対象画素に対する比較濃度を算出することで処理の簡略化を実現するものである。

【 0 0 2 2 】

上記課題を解決するために本発明の第 5 の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の周辺領域における平均画素値を求める際に、まずコントラスト改善時に使用する画素の垂直・水平方向位置を決定する。そして、決定された水平画素位置に対して、選択された垂直方向の画素濃度の加算値を求める。そして、対象画素の周囲画素として設定された領域内に選択された水平画素位置が含まれる場合には、その含まれる水平画素位置での加算値を用いる。対象画素の周囲画素として設定された領域内に選択された水平画素位置が含まれない場合にはその隣接する選択された水平画素位置における加算値を用いる。この手順をもとに、対象画素に対する比較濃度を高速に算出することで処理の簡略化を実現するものである。

【 0 0 2 3 】

上記課題を解決するために本発明の第 6 の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める。そして本発明の第 1 の画像処理装置及び方法と同様に得られたコ

ントラスト改善量を実際の画素値に変換し、入力画像との合成処理を行う。その後、入力画像における対象画素の輝度・色成分と合成画像の輝度・色成分と比較して、輝度の低下をしないようにするとともに、入力画像の色成分に比例した値を用いることで、合成画像における色ずれを抑えることで最終的に出力される画像の高画質化を実現したものである。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の第 1 から第 6 の実施の形態である画像処理装置の全体構成図を、図 2 は本発明の第 1 から第 3 の実施の形態である画像処理装置におけるコントラスト改善手段の構成を、図 4 は第 1 から第 6 の実施の形態である画像処理装置における画像合成手段の構成図を表す。

【 0 0 2 5 】

図 5 は本発明の第 1 の実施の形態である画像処理装置における強調量導出善手段の構成図を表す。

【 0 0 2 6 】

図 6 は本発明の第 2 の実施の形態である画像処理装置における強調量導出善手段の構成図を表す。

【 0 0 2 7 】

図 7 は本発明の第 3 の実施の形態である画像処理装置における強調量導出善手段の構成図を表す。

【 0 0 2 8 】

図 1 4 は本発明の第 4 の実施の形態である画像処理装置におけるコントラスト改善手段の構成図を表し、図 1 7 は本発明の第 5 の実施の形態である画像処理装置におけるコントラスト改善手段の構成図を表す。

【 0 0 2 9 】

図 1 9 は本発明の第 6 の実施の形態である画像処理装置における後処理手段の構成図を表す。

【 0 0 3 0 】

また、図9は本発明の第1から第6の実施の形態である画像処理方法における全体のフローチャートを表す図である。

【0031】

図10は本発明の第1の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理と画像合成処理のフローチャートを表す図である。

【0032】

図11は本発明の第2の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理のフローチャートを表す図である。

【0033】

図12は本発明の第3の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理のフローチャートを表し、図20は本発明の第6の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理と後処理手段のフローチャートを表す図である。

【0034】

なお、構成図の各図において、同一部には同じ番号を付している。また、なお、これ以降で、画素位置(i, j)の単位には全て画素単位が用いられることとする。

【0035】

(第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態である画像処理装置及び画像処理方法について説明する。図1はその全体の構成を表す図であり、1は入力画像を、2は最終的に出力される出力画像を、3はコントラスト改善手段12で得られた強調処理後の画像を現す。そして、10は1の入力画像を得るためのCCD素子のような画像入力手段であり、11は入力画像に逆ガンマ変換等のような前処理を行う前処理手段、12は11で得られたデジタル入力画像の細部を強調するためのコントラスト改善処理を行うコントラスト改善処理手段、13はデジタル入力画像と12のコントラスト改善手段で得られた強調画像を合成する画像合成手段であり、14は13で得られた合成画像に入力画像にかかっていたガンマ変換のような後処理を行う後処理手段であり、15は13で得られた合成画像を最終処理後の画像として所望のデバイス（プリンタ、ディスプレイ等）で出力するための画像

出力手段である。コントラスト改善手段は図2のような構成になる、図2において、20は対象画素 P_{ij} の周辺領域より比較対象にする周辺画素を決定する比較画素決定手段であり、21は対象画素 P_{ij} におけるカラー3成分値 $V_{Pij}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ を広さ c の P_{ij} 周囲領域より選択された比較対象画素との比較によりコントラスト改善量 $VR_{Pij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を算出する強調量導出手段であり、22は強調量導出手段21で得られたコントラスト改善量 VR_{Pij} を実際の画素値に変換する際の変換基準値 $VTc(rtc(i,j), gtc(i,j), btc(i,j))$ を求める変換基準値算出手段であり、23は22の変換基準値とともに強調量導出手段21で得られたコントラスト改善量 VR_{Pij} を実際の画素 P_{ij} におけるコントラスト改善後の画素値に変換する画素値変換手段である。強調量導出手段21は図5のように、周囲平均手段50と改善量算出手段51より構成される。

【0036】

また、画像合成手段13は図4に示されるように、入力画像1内の輝度情報をもとに入力画像1とコントラスト改善手段で得られた強調画像3に掛かる結合係数 $w_s(s=1,3; \text{ここで} w_1 \text{は入力画像1に掛かる結合係数であり、} w_3 \text{は強調画像3に掛かる結合係数を示す})$ を決定する結合係数導出手段40と、結合係数導出手段40で得られた結合係数 w_0, w_1 を使って、入力画像1とコントラスト改善手段で得られた強調画像3の加重平均画像を生成する加重平均合成手段41、そして41で得られた加重平均合成画像と入力画像1、そして強調画像3を比較して出力画像の画素値を決定する出力値決定手段42より構成される。

【0037】

以上のように構成された第1の実施の形態である画像処理装置の動作について図9、図10に従い説明する。

【0038】

画像入力手段10を介して、カラー画像1がデジタル入力される。10ではカラー画像の場合、通常レッド r 、グリーン g 、ブルー b の成分データが入力手段の精度(8ビットならば0から255の値で)得られる。10ではこの値を0.0から1.0の値に正規化する。

【0039】

デジタル入力画像 1 に対して、図 8 のような前処理が行われる。近年、このようなコントラスト改善が行われる画像データはデジタルカメラ (DSC) で撮影されたものが増えている。通常、DSC で撮影された画像データをパソコン等でモニタ表示を行う場合、入力画像をより鮮明にするために図 8 上左図のような上に凸の形をしているガンマ関数を用いた変換処理が行われている。一般に使用されている sRGB 空間ではこのガンマ変換におけるガンマ γ は 2.2 が使用される。プリンタで出力する場合にも、このガンマ関数が予め入力画像に掛けられていることを前提にして出力のための画像処理が実行される。そのため、CCD 等の撮影素子で得られた画像データを正確に抽出するために、 $\gamma=2.2$ の効果を戻すための逆ガンマ関数による変換処理が必要になり、前処理手段 11 は図 8 上右図のような下に凸の逆ガンマ変換を行う。

【0040】

次に、逆ガンマ変換されたデジタル入力画像 1 に対して、入力画像の暗部におけるコントラストを改善するためのコントラスト改善処理がコントラスト改善手段 12 で行われる。コントラスト改善手段 12 では図 13 のように行われる。人間の視覚では、図 13 に模式的に示されるように対象画素 P_{ij} に対して知覚された画素値のみで P_{ij} の画素情報 (色、コントラストなど) を認知するのではなく、対象画素 P_{ij} をその周囲にある画素の情報との相対的な関係により、対象画素値 P_{ij} の画素値を調整することで P_{ij} の画素情報を知覚している。これは、従来例で説明したように Edwin Land により紹介されたレティネックス概念と呼ばれるものであり、このような知覚により一部だけ別の照明を受けているような不均一な照明光や極端に画素値の強度変化があるようなシーンでも、物体の色を精度よく認知することができる。本発明でも、この概念を利用することで影のような暗部における色や細部情報を明確にする。

【0041】

まず、対象画素 P_{ij} の画素値 $V_{P_{ij}}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ を Land における中心視野と見なし、その周囲に c 画素の矩形領域に属する領域を周辺視野と見なす。そして、周辺視野における画素値の加重平均画素値 $V_{AP_{ij}}(A_r(i,j), A_g(i,j), A_b(i,j))$ を求めるとともに、この $V_{AP_{ij}}$ と $V_{P_{ij}}$ の間の相対的な関係につながるコント

ラスト改善量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を算出する。この VAP_{ij} として、従来例のように式(数1)の第2項における c 画素の周辺視野内における画素値 $P_{ij}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ と式(数2)、(数3)のようにガウス関数で定義された周辺視野関数 $F(x,y)$ の畳み込み積分値で定義することも可能であり、コントラスト改善量 VRP_{ij} も式(数1)を3成分独立に定義することも可能であるが、本発明では処理の簡単化と高速化を考慮して定義をすることとした。その例として、式(数4)のように VAP_{ij} は c 画素の周辺視野内における画素値 $P_{ij}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ の平均値を定義し、コントラスト改善量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ も式(数5)のように各成分ごとの画素値 P_{ij} の加重平均画素値 VAP_{ij} に対する比として定義することができる。

【0042】

【数4】

$$\begin{aligned} Ar(i,j) &= \sum_u \sum_v r(u,v) / C^2 \\ Ag(i,j) &= \sum_u \sum_v g(u,v) / C^2 \\ Ab(i,j) &= \sum_u \sum_v b(u,v) / C^2 \end{aligned}$$

【0043】

【数5】

$$\begin{aligned} Rr(i,j) &= r(i,j) / Ar(i,j) \\ Rg(i,j) &= g(i,j) / Ag(i,j) \\ Rb(i,j) &= b(i,j) / Ab(i,j) \end{aligned}$$

【0044】

また、式(数6)、(数7)のように c 画素の周辺視野内における輝度 $y(i,j)$ の平均値を VAP_{ij} の3成分として定義し、コントラスト改善量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ は式(数7)のように画素 P_{ij} における各成分値の加重平均画素値 VAP_{ij} に対する比として定義することも可能である。

【0045】

【数 6】

$$A_y(i, j) = \sum_u \sum_v y(u, v) / C^2$$

【0 0 4 6】

【数 7】

$$R_r(i, j) = r(i, j) / A_y(i, j)$$

$$R_g(i, j) = g(i, j) / A_y(i, j)$$

$$R_b(i, j) = b(i, j) / A_y(i, j)$$

【0 0 4 7】

こうすることで、式（数 4）（数 5）のように各成分独立でコントラスト改善量を算出するよりも得られたコントラスト改善量のバランスをよりうまく保持できると考える。そこで本発明では式（数 6）、式（数 7）による定義を採用することとした。

【0 0 4 8】

以上のような対象画素 P_{ij} に対するコントラスト改善量 VR_{Pij} を入力画像内の全ての画像に対して行う。この処理を周囲平均手段 5 0 と改善量算出手段 5 1 が行う。

【0 0 4 9】

次に、このコントラスト改善量 $VR_{Pij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ を実際の画素値に変換する必要がある。この処理としては、 VR_{Pij} の各成分を 0.0 から 1.0 の範囲内の値に変換し、必要と思われる部分を抽出した実際の画素値に変換する方法等が考えられるが、ここではより簡易化のために、変換基準値 $VTc(trc, tgc, tbc)$ を算出してその変換基準値を VR_{Pij} の各成分に乗算して、強調画像 3 の画素 P_{ij} における画素値とする。この場合、通常扱われる 8 ビットの整数データである 0 から 255 に変換しても良いが、ここではその値を 0.0 から 1.0 の正規化した範囲内の実数データにまず変換基準値とコントラスト改善量 VR_{Pij} を使って変換し、その後 0 から 255 の 8 ビットデータの整数データに変換することとする。そのため、 VTc の各成分が取りえる値は 0.0 から 1.0 の範囲になる。 VTc の決定を変換基準値算出

手段 2 2 が行うが、一律に $VTc=(0.5,0.5,0.5)$ のように取りえる画素値の平均に設定することもできる。しかしながら、輝度が高いほど高めに、低いほど低めになるように変換する方が入力画像 1 からの急激な変化を抑制することができると思われる。つまり、このように入力画像 1 の対象画素 P_{ij} における輝度 $y(i,j)$ に応じて VTc の値を制御することで、シャドウ部の急激な輝度レベル上昇を抑制することが可能となる。よって、ここでもそのように $y(i,j)$ におうじて $VTc(trc, tgc, tbc)$ を制御することとした。その一例は式 (数 8) のようになるが、このような線形関数ではなく、非線形関数を用いることも考えられる。

【 0 0 5 0 】

【数 8】

$$trc = 0.5 + 0.2 \times (y(i,j) - 0.5)$$

$$tgc = 0.5 + 0.2 \times (y(i,j) - 0.5)$$

$$tbc = 0.5 + 0.2 \times (y(i,j) - 0.5)$$

【 0 0 5 1 】

なお、この式 (数 8) における傾きを大きくしすぎると、暗部におけるコントラスト改善を抑制しすぎることによって本来の特徴である、変動差がある部分を強調してコントラスト改善する特徴を損なうことがある。また VTc の取りうる範囲は 0.0 から 1.0 であるので、これらの条件をもとに式 (数 8) を設定する必要がある。

【 0 0 5 2 】

強調量導出手段 2 1 の VRP_{ij} と変換基準値算出手段 2 2 の VTc の結果を受けて、2 3 の画素値変換手段が強調画像 3 の画素 P_{ij} における画素値を求める。

【 0 0 5 3 】

一方、Retinex 理論に基づくコントラスト改善手法の課題として、従来例で説明した非常に大きな領域で一律な色を持つハイライト部での輝度レベルの低下が生じる。同様に、非常に大きな領域で一律な色を持つシャドウ部では強調画像における輝度レベルが急激に上昇することで、CCD 等で入力時発生したシャドウ部における色ノイズを際立たせる。本件特許出願の発明者らは、先の出願 (日本国 特願 2 0 0 2 - 3 3 6 5 8 号) において、これらの問題を解決するために、入力画像 1 と視覚モデルで得られた強調画像 3 を適応的に合成することで入力画

像 1 が本来持つ輝度レベルの低減や上昇を抑えることとした。本発明でもその手段を用いるが、上記示した強調量導出手段 21 からの VRP_{ij} を実際の画素値に変換する際の変換基準値 VT_c を対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ に応じて制御する処理と組み合わせることで、より入力画像 1 のもつ雰囲気を保ちながら、暗部の見えを改善することが可能となる。なお、画像合成手段 15 は図 4 のように構成されており、まず 40 で入力画像 1 に掛かる結合係数 $w1$ と強調画像 3 に掛かる結合係数 $w3$ を制御する。そして 41 において、この $w1$ と $w3$ を用いた加重平均合成画像 4 を生成する。最後に 42 において、入力画像 1 の対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ 、色差 $cr(i, j)$, $cb(i, j)$ を求めるとともに、合成画像 4 の対応する画素の輝度 $wy(i, j)$ 、色差 $wcr(i, j)$, $wcb(i, j)$ を求める。そして、 $y(i, j) \geq wy(i, j)$ の場合には、 $wy(i, j) = y(i, j)$ として、この $wy(i, j)$, $wcr(i, j)$, $wcb(i, j)$ より RGB 空間における $VWP_{ij}(wr(i, j), wg(i, j), wb(i, j))$ に変換することで最終的な出力画像 2 を生成する。

【0054】

なお、40 の時点で、入力画像 1 画素値 VP_{ij} と強調画像 3 の画素値 VRP_{ij} を比較して、 VP_{ij} が 3 成分とも VRP_{ij} より大きい場合には $w1=1.0$ 、 $w3=0.0$ とし、それ以外には $w1=w3=0.5$ として合成画像の画素値 VWP_{ij} を求めることとしたが、前記した先行出願（日本国 特願 2002-33658 号）のように入力画像の対応する画素におけるエッジ情報で制御する手法や、輝度 $y(i, j)$ と予め決めたしきい値 TH, TH_{Comb} を用いて、式（数 9）のように制御する手法も可能である。

【0055】

【数 9】

$$w3(i, j) = \exp(-y(i, j)^2 / TH^2)$$

ただし

$$zz = wy(i, j) / y(i, j)$$

$$ww = TH_{Comb} / (zz + TH_{Comb}) \text{ に対して}$$

$$\text{if}(w3(i, j) > ww) \ w3(i, j) = ww$$

【0056】

なお、式（数 9）の場合、 \exp 関数による処理のオーバーヘッドが考えられるが、予め設定した精度に応じた \exp 関数をテーブル化してそのテーブル参照する

ことでこの処理のオーバーヘッドは抑えることができる。この式(数9)は暗部では極力強調画像3を優先するが、入力画像の輝度と強調画像の輝度の比をもとに、その改善が急激な場合には w_3 を抑制することで暗部でのノイズ強調を抑制するように工夫したものである。

【0057】

以上のような構成や処理を行うことで本発明の第1の実施の形態である画像処理装置及び画像処理方法は、従来例の視覚モデルの利点を有効に生かすことでハイライト部における輝度低下とシャドウ部における輝度の急激な上昇に対するノイズ強調を抑制したコントラスト改善を、簡易かつ高精度に行うことができる。また、先行出願やJobsonらの従来手法のように、21で得られたコントラスト改善量より有効と思われる領域を抽出する処理が不要となるため、処理量の削減にもつながるという利点も持つ。

【0058】

さらに、本発明ではコントラスト改善手段12は図2のように1つの周辺領域 c による構成をしているが、この周辺領域 c の大きさが改善される暗部の大きさに起因していると思われる。通常、自然画像の場合、さまざまな大きさを持つ影部分がありうることから、従来技術で説明したようなJobsonらのような複数の周辺領域サイズ $c[s]$ を持つ多重解像度モデルがより効果的である。そのような多重解像度モデルに本発明を適用すると、12のコントラスト改善手段は図3のような構成になる。

【0059】

周辺範囲初期化手段30でまず $c=c_0$ というように、予め用意された複数の周辺視野領域サイズ $c[s]$ ($s=0,1,\dots,Cnum-1$)の c_0 を周辺視野領域に設定する。この場合、 $c[s]$ は最小サイズ領域から昇順に用意しても構わないし、最大サイズから降順に用意しても構わないが、サイズの変更方向をそろえた方がよい。ここでは最大サイズから降順に用意されているとして、順に周辺視野領域を小さくしながら、入力画像における細部改善を行うこととする。20、21では、現在設定されている $c=c_k$ の矩形域の周辺視野に対して、周辺視野における画素値のコントラスト改善量 $VRP_{ij}[s]$ ($Rr\#s(i,j), Rg\#s(i,j), Rb\#s(i,j)$) が算出される。そして、

すべての $c[s]$ で21での画素 P_{ij} 周辺視野におけるコントラスト改善量計算が終了したかどうかの判定を終了判定手段31で行う。終了していないと判定された場合には周辺範囲変更手段32へ処理が移り、現在設定されている周辺視野領域 c をつぎの候補に変更し再び20、21での処理が行われる。一方、31で終了判定された場合には、各周辺視野領域 $c[s]$ に対する P_{ij} のコントラスト改善量 $VRP_{ij}[s]$ ($Rr\#s(i,j), Rg\#s(i,j), Rb\#s(i,j)$)の重み付き平均値を求め、その値を P_{ij} のコントラスト改善量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ と設定する。簡易化のために、各 $c[s]$ による $VRP_{ij}[s]$ の平均値を P_{ij} のコントラスト改善量 VRP_{ij} として採用する。これ以外にも、 $c[s]$ による値 $VRP_{ij}[s]$ を各成分別に比較して最大値となる値を P_{ij} のコントラスト改善量 VRP_{ij} とすることも可能である。こうした場合、加算処理よりも比較処理により処理時間の増大が生じるが、強調画像3として生成された画像の画素値変動が緩やかとなり、エッジ部分における急激な上昇を抑えることができるという利点も持つ。

【0060】

これ以降の処理は1つの周辺範囲の場合と同様のため省略する。

【0061】

なお、これらの処理は本発明の第1の実施の形態である画像処理方法に従いコンピュータ等に使用される中央演算処理装置(CPU)及びデジタルシグナルプロセッサ(DSP)等を使ったソフトウェア処理でも同様に実現することができる。

【0062】

また、本発明の第1の実施の形態である画像処理方法に従い生成されたLSIチップのような半導体チップを用いても同様に実現することができる。

【0063】

(第2の実施の形態)

次に本発明の第2の実施の形態である画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

【0064】

その全体の構成図は本発明の第1の実施の形態と同様に図1のように構成され

、コントラスト改善手段は1つの周辺範囲 c を持つ場合は図2のようになり、複数の周辺範囲 $c[s]$ を持つ場合には図3のような構成になる。同様に画像合成手段13は図4のようになる。そして、図2もしくは図3における強調量導出手段21は、図6のような構成になる。

【0065】

強調量導出手段21は、対象画素 $P_{ij}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ の周囲より選択された比較対象画素の重み付き加重和 $VAP_{ij}(Ar(i,j), Ag(i,j), Ab(i,j))$ を計算する周囲平均手段50と、 P_{ij} における輝度のエッジ情報 $e(i,j)$ を求めるエッジ情報検出手段60と、60の $e(i,j)$ をもとに50の VAP_{ij} を補正する係数 $VDAP_{ij}(dc_r(i,j), dc_g(i,j), dc_b(i,j))$ を求める補正係数算出手段61と、61で得られた補正係数 $VDAP_{ij}$ をもとに VAP_{ij} を補正する比較量補正手段62と、62で得られた P_{ij} の局所的な特徴を表す VAP_{ij} と画素 $P_{ij}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ の比をもとにコントラスト強調量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を算出する改善量算出手段51より構成される。

【0066】

以上のように構成された第2の実施の形態である画像処理装置の動作について説明する。

【0067】

画像入力手段10を介して、カラー画像1がデジタル入力される。10ではカラー画像の場合、通常レッド r 、グリーン g 、ブルー b の成分データが入力手段の精度（8ビットならば0から255の値で）得られる。10ではこの値を0.0から1.0の値に正規化する。次に、デジタル入力画像1に対して、入力画像のガンマ変換を元の線形に戻す前処理を前処理手段11が行う。そしてこの前処理後の入力画像1に対して、暗部におけるコントラストを改善するためのコントラスト改善処理がコントラスト改善手段12で行われる。コントラスト改善手段12では図2、または図3のように行われる。まず、対象画素の周囲範囲 c もしくは $c[s]$ 内の周囲画素より比較濃度算出に使用する比較対象画素を選択し、この比較対象画素と対象画素よりコントラスト強調量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を算出する。そして、この値を変換基準値 $VTc(trc, tgc, tbc)$ を用いて実際の8ビット

整数データである画素値に変換するのである。そして、得られた強調画像 3 と入力画像 1 の適応的な合成を図 4 で示された画像合成手段 1 3 が行い、得られた合成画像 2 に入力画像に元々付加されていたガンマ変換を改めて後処理手段 1 4 が行うことで画像出力手段 1 5 でプリンタやディスプレイ等のデバイス機器に出力する最終的な出力画像を生成するのである。

【 0 0 6 8 】

強調量導出手段 2 1 では、まず、入力画像内における画素 P_{ij} の画素値 V_{Pij} を L and における中心視野と見なし、その周囲に c 画素の矩形領域に属する領域を周辺視野と見なす。そして、比較画素決定手段 2 0 で選択された比較対象画素をもとに、その周囲範囲内の重み付き加重和 $V_{APij}(A_r(i,j), A_g(i,j), A_b(i,j))$ を算出する。それとともに、この値を補正する補正係数 $V_{DAPij}(dcr(i,j), dcg(i,j), dcb(i,j))$ を求める。本発明の第 1 の実施例では、コントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の変換基準値 VT_c を制御することで合成画像 3 で発生する出力画像 2 のエッジ付近での平坦化現象を抑制していたが、この輪郭付近での平坦化解消をするには、変換基準値 VT_c を制御するのではなく一律の中心値（ここでは、0.0 から 1.0 での範囲で扱っているため 0.5）に設定して、5 0 で得られた周囲範囲 A_{ij} 内の重み付き加重和 $V_{APij}(A_r(i,j), A_g(i,j), A_b(i,j))$ を制御することでも同じような効果が得られると思われる。よって、本発明では入力画像内の対象画素 P_{ij} の情報を使って、 V_{APij} を補正する補正係数 $V_{DAPij}(dcr(i,j), dcg(i,j), dcb(i,j))$ を求め、この値を 6 1 で V_{APij} に各成分ごとに乗算することで輪郭付近での強調程度を高めることとした。その補正係数制御としては、ここでは、対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i,j)$ のエッジ情報 $e(i,j)$ をもとに式（数 1 0）のように、線形的にエッジ情報の程度におうじて補正係数を抑制することとした。しかし、この制御方法は一義的に決まるものではなく、非線形関数による制御も可能である。なお、式（数 1 0）において $ave\#e$ は $e(i,j)$ の画像内平均を表すが簡略化のために 0.5 を設定することも可能である。

【 0 0 6 9 】

【数 1 0】

$$ttt = 0.5 + 0.4 \times (e(ij) - ave_e)$$

$$Ar(ij) = ttt \times Rr(ij)$$

$$Ag(ij) = ttt \times Rg(ij)$$

$$Ab(ij) = ttt \times Rb(ij)$$

【0 0 7 0】

しかし、本発明の第 1 の実施例と同様に入力画像内の対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ をもとに線形的に補正係数を制御することも可能であり、この場合には、輝度が高いほど補正係数を小さくするようにするものである。

【0 0 7 1】

このような手段を取り入れることで強調画像 3 およびその画像 3 と入力画像 1 の合成画像 2 のメリハリ程度をある程度保存するように、暗部でのコントラスト改善を行うことが可能となる。

【0 0 7 2】

また、本発明の第 1 の実施例と同様に、図 3 のような多重解像度による構成も可能であり、こうすることで本発明の画像メリハリ保存の効果を生かしながら、入力画像における画素値のダイナミックレンジや影のような暗部サイズにあまり影響されることなく自動的に入力画像のコントラスト改善を行うことができ、画像のコントラスト調整の効率化につながる。

【0 0 7 3】

なお、これらの処理は本発明の第 2 の実施の形態である画像処理方法に従いコンピュータ等に使用される中央演算処理装置 (CPU) 及びデジタルシグナルプロセッサ (DSP) 等を使ったソフトウェア処理でも同様に実現することができる。

【0 0 7 4】

また、本発明の第 2 の実施の形態である画像処理方法に従い生成された LSI チップのような半導体チップを用いても同様に実現することができる。

【0 0 7 5】

(第 3 の実施の形態)

次に本発明の第 3 の実施の形態である画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

【 0 0 7 6 】

その全体の構成図は本発明の第 1 の実施の形態と同様に図 1 のように構成され、コントラスト改善手段は 1 つの周辺範囲 c を持つ場合は図 2 のようになり、複数の周辺範囲 $c[s]$ を持つ場合には図 3 のような構成になる。同様に画像合成手段 1 3 は図 4 のようになる。そして、図 2 もしくは図 3 における強調量導出手段 2 1 は、図 7 のような構成になる。

【 0 0 7 7 】

強調量導出手段 2 1 は、対象画素 P_{ij} ($r(i,j), g(i,j), b(i,j)$) の周囲より選択された比較対象画素の重み付き加重和 $VAP_{ij}(Ar(i,j), Ag(i,j), Ab(i,j))$ を計算する周囲平均手段 5 0 と、 P_{ij} における輝度と、周囲領域内より選択された比較対象画素 Q_{ij} の輝度の差分量の絶対値の重み付き加重和 $Ady(i,j)$ を求める輝度差分平均手段 7 0 と、 $Ady(i,j)$ をもとに 5 1 で得られたコントラスト強調量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を強調する強調成分 $VBRP_{ij}(BRr(i,j), BRg(i,j), BRb(i,j))$ を算出する強調成分算出手段 7 1 と、7 1 で得られた $VBRP_{ij}(BRr(i,j), BRg(i,j), BRb(i,j))$ をもとにコントラスト強調量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を補正する改善量補正手段 7 2 より構成される。

【 0 0 7 8 】

以上のように構成された第 3 の実施の形態である画像処理装置の動作について説明する。

【 0 0 7 9 】

画像入力手段 1 0 を介して、カラー画像 1 がデジタル入力される。1 0 ではカラー画像の場合、通常レッド r 、グリーン g 、ブルー b の成分データが入力手段の精度 (8 ビットならば 0 から 255 の値で) 得られる。1 0 ではこの値を 0.0 から 1.0 の値に正規化する。次に、デジタル入力画像 1 に対して、入力画像のガンマ変換を元の線形に戻す前処理をま処理手段 1 1 が行う。そしてこの前処理後の入力画像 1 に対して、暗部におけるコントラストを改善するためのコントラスト改善処理がコントラスト改善手段 1 2 で行われる。コントラスト改善手段 1 2 で

は図 2、または図 3 のように行われる。まず、対象画素の周囲範囲 c もしくは $c[s]$ 内の周囲画素より比較濃度算出に使用する比較対象画素を選択し、この比較対象画素と対象画素よりコントラスト強調量 $VRP_{ij}(R_r(i,j), R_g(i,j), R_b(i,j))$ を算出する。そして、この値を変換基準値 $VT_c(trc, tgc, tbc)$ を用いて実際の 8 ビット整数データである画素値に変換するのである。そして、得られた強調画像 3 と入力画像 1 の適応的な合成を図 4 で示された画像合成手段 1 3 が行い、得られた合成画像 2 に入力画像に元々付加されていたガンマ変換を改めて後処理手段 1 4 が行うことで画像出力手段 1 5 でプリンタやディスプレイ等のデバイス機器に出力する最終的な出力画像を生成するのである。

【 0 0 8 0 】

強調量導出手段 2 1 では、まず、入力画像内における画素 P_{ij} の画素値 VP_{ij} を L and における中心視野と見なし、その周囲に c 画素の矩形領域に属する領域を周辺視野と見なす。そして、比較画素決定手段 2 0 で選択された比較対象画素をもとに、その周囲範囲内の重み付き加重和 $VAP_{ij}(A_r(i,j), A_g(i,j), A_b(i,j))$ を算出する。

【 0 0 8 1 】

本発明の第 1 の実施例では、コントラスト改善量を実際の画素値に変換する際の変換基準値 VT_c を制御することで合成画像 3 で発生する出力画像 2 のエッジ付近での平坦化現象を抑制していた。また、本発明の第 2 の実施例では、変換基準値 VT_c を制御するのではなく、 P_{ij} の輝度 $y(i,j)$ のエッジ情報 $e(i,j)$ をもとに周囲範囲内の重み付き加重和 VAP_{ij} を制御することで合成画像 3 におけるエッジ付近での平坦化現象を抑制していた。

【 0 0 8 2 】

この第 3 の実施例では、まず輝度差分平均算出手段 7 0 で、対象画素 P_{ij} における輝度 $y(i,j)$ とその周辺範囲より比較画素として選択された $Q(i,j)$ の輝度 $y_s(i,j)$ 間の差分量の絶対値の重み付き加重和 $Ady(i,j)$ を求める。そして、この値をもとに強調成分算出手段 7 1 が式 (数 1 1) に従い、強調成分 $VBRP_{ij}(BR_r(i,j), BR_g(i,j), BR_b(i,j))$ を求めるのである。

【 0 0 8 3 】

【数 1 1】

$$\text{Ady}(i, j) = \sum_u \sum_v |y(i, j) - y_s(u, v)| / \text{len}(u, v) / C^2$$

$$\text{BRr}(i, j) = (1.0 - \text{Rr}(i, j)) \times \text{kkk} \times \text{CVal}$$

$$\text{BRg}(i, j) = (1.0 - \text{Rg}(i, j)) \times \text{kkk} \times \text{CVal}$$

$$\text{BRb}(i, j) = (1.0 - \text{Rb}(i, j)) \times \text{kkk} \times \text{CVal}$$

$$\text{ここで kkk} = y(i, j) / \text{Ady}(i, j)$$

$$\text{len}(u, v) = \text{sqrt}((u-i) \times (u-i) + (v-j) \times (v-j))$$

【0 0 8 4】

この式は、 $\text{Ady}(i, j)$ を Pij における変位強調量と見なし、51で得られた VRPij ($\text{Rr}(i, j), \text{Rg}(i, j), \text{Rb}(i, j)$)の1.0からの変位量をこの $\text{Ady}(i, j)$ と予め設定された強調係数で強調する成分量を算出するものである。例えば、均一に輝度が変わらないところでは、強調成分は生じない。しかし、コントラスト改善量が1.0より大きい対象画素に対しては強調画像の画素値をより強調するような成分が算出され、逆にコントラスト改善量が1.0より小さい対象画素に対しては、強調画像の画素値を抑制するような成分が得られる。そのため、強調画像3においてよりエッジ付近等での画素値変化が大きいところにおけるメリハリ感がますこととなり、最終的に得られる合成画像2における画像のメリハリ感の保存を実現することができる。

【0 0 8 5】

以上のように、本発明の第3の実施の形態例では、このような強調成分を算出する手段を取り入れることで強調画像3およびその画像3と入力画像1の合成画像2のメリハリ程度をある程度保存するように、暗部でのコントラスト改善を行うことが可能となる。

【0 0 8 6】

また、本発明の第1の実施例と同様に、図3のような多重解像度による構成も可能であり、こうすることで本発明の画像メリハリ保存の効果を生かしながら、入力画像における画素値のダイナミックレンジや影のような暗部サイズにあまり影響されることなく自動的に入力画像のコントラスト改善を行うことができ、画像のコントラスト調整の効率化につながる。

【0087】

なお、これらの処理は本発明の第3の実施の形態である画像処理方法に従いコンピュータ等に使用される中央演算処理装置（CPU）及びデジタルシグナルプロセッサ（DSP）等を使ったソフトウェア処理でも同様に実現することができる。

【0088】

また、本発明の第3の実施の形態である画像処理方法に従い生成されたLSIチップのような半導体チップを用いても同様に実現することができる。

【0089】

（第4の実施の形態）

次に本発明の第4の実施の形態である画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

【0090】

その全体の構成図は本発明の第1の実施の形態と同様に図1のように構成され、コントラスト改善手段は1つの周辺範囲 c を持つ場合は図14のような構成になる。同様に画像合成手段13は図4のようになる。コントラスト改善手段12は、対象画素 P_{ij} の周辺領域より比較対象にする周辺画素を決定する比較画素決定手段20と、各水平画素位置 i に対して、選択された比較画素を対象とした垂直方向での加算値 $N[i]$ を求める垂直方向加算手段140と、140より対象画素 P_{ij} の周辺範囲に含まれる水平画素位置 i の加算値 $N[i]$ より周辺範囲の加重和 $VAP_{ij}(Ar(i,j), Ag(i,j), Ab(i,j))$ を計算する簡易周囲平均手段141と、141で得られた P_{ij} の局所的な特徴を表す VAP_{ij} と画素 $P_{ij}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ の比をもとにコントラスト強調量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を算出する改善量算出手段51と、51で得られたコントラスト改善量 VRP_{ij} を実際の画素値に変換する際の変換基準値 $VTc(rtc(i,j), gtc(i,j), btc(i,j))$ を求める変換基準値算出手段22と、22の変換基準値とともに改善量補正手段72で得られたコントラスト改善量 VRP_{ij} を実際の画素 P_{ij} におけるコントラスト改善後の画素値に変換する画素値変換手段23より構成される。

【0091】

図 1 4 のように構成された第 4 の実施の形態である画像処理装置におけるコントラスト改善処理の処理の流れを説明する。

【 0 0 9 2 】

画像入力手段 1 0 を介して、カラー画像 1 がデジタル入力される。1 0 ではカラー画像の場合、通常レッド r 、グリーン g 、ブルー b の成分データが入力手段の精度（8 ビットならば 0 から 2 5 5 の値で）得られる。1 0 ではこの値を 0.0 から 1.0 の値に正規化する。次に、デジタル入力画像 1 に対して、入力画像のガンマ変換を元の線形に戻す前処理をま処理手段 1 1 が行う。そしてこの前処理後の入力画像 1 に対して、暗部におけるコントラストを改善するためのコントラスト改善処理がコントラスト改善手段 1 2 で行われる。コントラスト改善手段 1 2 では、まず周辺領域 c 内で比較対象画素を選択する。その場合、例えば図 1 6 の左図のように、ある間隔で垂直方向に間引いて比較対象画素 Q_{ij} を決める。次に、垂直方向加算手段 1 4 0 が図 1 6 左図のように各水平画素位置 i における垂直方向での輝度値の加算値 $N[i]$ を求める。そして、簡易周囲平均手段 1 4 1 では、この $N[i]$ より対象画素 P_{ij} の周辺領域 c 内に含まれる $N[k]$ の加重和 S を求め、その周辺範囲内に含まれる比較画素数 m で除することで平均比較対象輝度 $Asy(i, j)$ を算出する。そして、この値と対象画素 P_{ij} の画素値 ($r(i, j), g(i, j), b(i, j)$) を各々比較することでコントラスト改善量 VR_{Pij} を求める。さらに、対象画素 P_{ij} が図 1 6 右図のように水平画素位置 i が $i+1$ へ移った場合、図 1 6 のようにまず P_{ij} で得られた加重和 S より先頭の $N[0]$ を減する。そして、それに新しく周辺範囲に含まれることとなった $N[7]$ を加えることで P_{i+1j} の周辺範囲内の比較画素の輝度の総和 S が得られる。この値を同じように比較対象画素数 m で除することで平均比較対象輝度 $Asy(i+1, j)$ が得られる。このように、予め用意しておいた垂直方向での加算値 $N[k]$ を加減算することで簡易に平均比較対象輝度が得られる。これが、コントラスト改善量 $VR_{Pij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ の対象画素 $P_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ の比較対象濃度 VAP_{ij} をなるのである。こうすることで、周辺範囲内の VAP_{ij} を求める際のフィルタリング処理を高速に行うことができる。

【 0 0 9 3 】

Retinex 処理によるコントラスト改善を行う場合、この VAP_{ij} を求める処理量の

削減が大きなポイントになっていた。特に、図15のように複数の周辺範囲領域 $c[k]$ をもつ多重解像度処理をした場合、その処理量は非常に膨大となります。しかしながら、本発明のように、重み付き加重和を単純な周辺範囲内の平均に簡略化しそして、そのための周辺範囲内の加重和計算手続きを工夫することで処理量の削減を実現することができる。

【0094】

このコントラスト改善量 $VRP_{ij}(R_r(i,j), R_g(i,j), R_b(i,j))$ を実際の画素値に変換する場合には、本発明の第1の実施例と同じように入力画像1の対象画素 P_{ij} における輝度 $y(i,j)$ に応じて式(数8)のように変換基準値 VT_c の値を制御することで、シャドウ部の急激な輝度レベル上昇を抑制する。なお、この際に、本発明の第2の実施例における平均比較濃度 VAP_{ij} の制御や第3の実施例のような強調成分 $VBRP_{ij}$ の制御する処理を加えることも可能である。

【0095】

さらに、本発明ではコントラスト改善手段12は図14のように1つの周辺領域 c による構成をしているが、この周辺領域 c の大きさが改善される暗部の大きさに起因していると思われる。通常、自然画像の場合、さまざまな大きさを持つ影部分がありうることから、従来技術で説明したようなJobsonらのような複数の周辺領域サイズ $c[s]$ を持つ多重解像度モデルがより効果的である。そのような多重解像度モデルに本発明を適用すると、12のコントラスト改善手段は図15のような構成になる。

【0096】

こうした場合、強調画像3として生成された画像の画素値変動が緩やかとなり、エッジ部分における急激な上昇を抑えることができるという利点も持つ。

【0097】

以上のように本発明の第4の画像処理装置及び画像処理方法は、本発明の第1の実施の例においてもっとも処理量の多い対象画素周辺の平均比較画素濃度 VAP_{ij} の算出過程を工夫・簡略化することで、エッジ保存しながらのコントラスト改善効果を保ちながら処理時間を短縮化することができる。特にこの高速化の効果は複数の周辺範囲 $c[k]$ を持つ場合ほどその効果は大きくなるものである。

【0098】

さらに、これらの処理は本発明の第4の実施の形態であるカラー画像処理方法に従いコンピュータ等に使用される中央演算処理装置（CPU）及びデジタルシグナルプロセッサ（DSP）等を使ったソフトウェア処理でも同様に実現することができる。

【0099】

また、本発明の第4の実施の形態である画像処理方法に従い生成されたLSIチップのような半導体チップを用いても同様に実現することができる。

【0100】

（第5の実施の形態）

本発明の第5の実施の形態である画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

【0101】

その全体の構成図は本発明の第1の実施の形態と同様に図1のように構成され、コントラスト改善手段は1つの周辺範囲cを持つ場合は図17のような構成になる。同様に画像合成手段13は図4のようになる。コントラスト改善手段12は、対象画素 P_{ij} の周辺領域より比較対象にする周辺画素を決定する比較画素決定手段20と、水平画素位置における選択された i に対して、選択された比較画素を対象とした垂直方向での加算値 $N[i]$ を求める間引き垂直方向加算手段170と、170より対象画素 P_{ij} の周辺範囲に含まれる水平画素位置 i の加算値 $N[i]$ より周辺範囲の加重和 $VAP_{ij}(Ar(i,j), Ag(i,j), Ab(i,j))$ を計算する簡易周囲平均手段141と、141で得られた P_{ij} の局所的な特徴を表す VAP_{ij} と画素 $P_{ij}(r(i,j), g(i,j), b(i,j))$ の比をもとにコントラスト強調量 $VRP_{ij}(Rr(i,j), Rg(i,j), Rb(i,j))$ を算出する改善量算出手段51と、51で得られたコントラスト改善量 VRP_{ij} を実際の画素値に変換する際の変換基準値 $VTc(rtc(i,j), gtc(i,j), btc(i,j))$ を求める変換基準値算出手段22と、22の変換基準値とともに改善量補正手段72で得られたコントラスト改善量 VRP_{ij} を実際の画素 P_{ij} におけるコントラスト改善後の画素値に変換する画素値変換手段23より構成される。

【0102】

この発明は、本発明の第4の実施の形態例と比較すると、水平画素位置 i 全てに対して、選択された比較対象画素のみを対象とした垂直方向での加算処理を行うのではなく、予め比較画素決定手段で水平画素位置も所定の間隔で間引いて選択を行う。そして、選択された水平画素位置 i の垂直方向での加算処理を行うようにしたものである。

【0103】

図18はその処理の概要を表すが、図18の左図のように水平画素位置に間引かれたとする。その場合、間引き垂直方向加算処理170では、 $i=0$ における垂直方向加算値 $N[0]$ を間引かれた $i=1$ における垂直方向加算値 $N[1]=N[0]$ に振り分ける。同様に、 $N[3]=N[2]$ 、 $N[5]=N[4]$ のように補間する。このようにすることで、全ての水平画素位置に対して垂直方向での加算処理を行うことがなく処理量の削減となる。また、つづく水平画素位置 $i+1$ に対する処理の場合は図17右図のようになり、先頭の $N[0]$ が対象画素 P_{ij} の周辺領域 c 内に含まれる $N[k]$ の加重和 S より減算される。その後、新しく周辺範囲に含まれることとなった $N[7]$ が加えられることになるが、この $i=7$ の水平画素位置における垂直方向加算処理は比較画素決定手段20で除かれているため、比較画素決定手段20で選択され $i=7$ に最も隣接した $i=6$ における $N[6]$ で $N[7]$ を補間した。そしてその補間された $N[7]$ を先ほどの加重和 S に加算する。その後、周辺範囲内に含まれる比較画素数 m で除することで平均比較対象輝度 $Asy(i, j)$ が算出される。こうすることで、本発明の第4の実施の形態例よりも重み付き加重和の計算手続きを削減することができ、より処理量の削減を実現することができる。

【0104】

なお、コントラスト改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ を実際の画素値に変換する場合には、本発明の第1の実施例と同じように入力画像1の対象画素 P_{ij} における輝度 $y(i, j)$ に応じて式(数8)のように変換基準値 VTc の値を制御することで、シャドウ部の急激な輝度レベル上昇を抑制しているが、本発明の第2の実施例における平均比較濃度 VAP_{ij} の制御や第3の実施例のような強調成分 $VBRP_{ij}$ の制御する処理を加えることも可能である。

【0105】

さらに、本発明ではコントラスト改善手段 1 2 は図 1 7 のように 1 つの周辺領域 c による構成をしているが、この周辺領域 c の大きさが改善される暗部の大きさに起因していると思われる。通常、自然画像の場合、さまざまな大きさを持つ影部分がありうることから、従来技術で説明したような Jobson らのような複数の周辺領域サイズ $c[s]$ を持つ多重解像度モデルがより効果的であることも本発明の第 1 の実施例と同様である。

【 0 1 0 6 】

さらに、これらの処理は本発明の第 5 の実施の形態である画像処理方法に従いコンピュータ等に使用される中央演算処理装置 (CPU) 及びデジタルシグナルプロセッサ (DSP) 等を使ったソフトウェア処理でも同様に実現することができる。

【 0 1 0 7 】

また、本発明の第 5 の実施の形態である画像処理方法に従い生成された LSI チップのような半導体チップを用いても同様に実現することができる。

【 0 1 0 8 】

(第 6 の実施の形態)

本発明の第 6 の実施の形態である画像処理装置及び画像処理方法について説明する。

【 0 1 0 9 】

その全体の構成図は本発明の第 1 の実施の形態と同様に図 1 のように構成される。そして、コントラスト改善手段は本発明の第 1 から第 5 の実施例のいずれかと同様の構成で組み立てられる。また、画像合成手段 1 3 も本発明の第 1 の実施例と同様に図 4 のようになる。この発明のポイントは、後処理手段が図 1 9 のように構成されていることであり、図 1 9 において、1 9 0 は入力画像の輝度と色差を計算する入力輝度・色差算出手段であり、1 9 1 は合成画像 3 の P_{ij} における輝度 $wy(i, j)$ と 1 9 0 で得られた輝度 $y(i, j)$ を比較し、その間の比 $Ratio(i, j)$ を算出する輝度比算出手段であり、1 9 2 は得られた輝度比をもとに合成画像 3 の輝度 $wy(i, j)$ を調整する輝度調整手段であり、1 9 3 は調整された輝度 $wy(i, j)$ と $y(i, j)$ 間の $Ratio(i, j)$ より入力画像の色差を修正する色差成分修正手段であり、

194は修正された色差成分と輝度より合成画像3の画素値 $VW_{Pij}(w_r(i,j), w_g(i,j), w_b(i,j))$ を再算出する画像再生成手段であり、195は所定のガンマ変換を行うガンマ変換手段である。

【0110】

このように構成された、本発明の第6の実施の形態である画像処理方法の処理を背罪するが、コントラスト改善処理と後処理手段は図20のようになる。コントラスト改善処理は、本発明の第1の実施の例と同じように行われるが、第1の実施例の場合、コントラスト改善量 $VR_{Pij}(R_r(i,j), R_g(i,j), R_b(i,j))$ が成分ごとに式(数6)(数7)に従い算出されるのに対し、本発明では、式(数6)と式(数11)のように、周辺範囲内の平均比較輝度 $A_y(i,j)$ と対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i,j)$ の比に示される改善輝度 $y_{RP}(i,j)$ を算出する。

【0111】

そして、この $y_{RP}(i,j)$ を変換基準値算出手段22で得られた $y_{Tc}(i,j)$ をもとに実際の画素値のもつ輝度 $y_{RP}(i,j)$ に変換する。次に、画像合成手段13で強調画像3の輝度 $y_{RP}(i,j)$ と入力画像1の輝度 $y(i,j)$ の合成輝度画像2を生成する。つまり、本発明の第1から第5の実施例で3成分ごとに扱ってきたのに対し、ここでは輝度のみで画像合成まで処理を行うのである。これは、本発明の第1の実施例の式(数6)(数7)のように平均比較輝度 VAP_{ij} と入力画像 VP_{ij} の各成分比を使う場合、入力画像1の色バランスはある程度保持されるが、その後で行われる強調・補正処理で図21左図のように入力画像1の色バランスが崩れることがありうる。そこで、本発明では図21の右図のように、合成後の改善輝度 $w_y(i,j)$ と $y(i,j)$ 間の改善比 $Ratio(i,j)$ をもとに入力画像の色差 $cr(i,j), cb(i,j)$ を修正した改善色差 $w_{cr}(i,j), w_{cb}(i,j)$ を生成し、これらの値をもとに合成画像の画素値 VW_{Pij} を算出することで色バランスの保持を図ったものである。

【0112】

しかし、合成後の改善輝度 $w_y(i,j)$ と $y(i,j)$ 間の比 $Ratio(i,j)$ をそのまま入力画像の色差 $cr(i,j), cb(i,j)$ に乗算して得られた色差 $w_{cr}(i,j), w_{cb}(i,j)$ が飽和する可能性があるため、この飽和判定を行う。そして、もし $w_{cr}(i,j)$ が飽和していた場合には、この色差に対する比 $dRatio(i,j) = w_{cr}(i,j)/cr(i,j)$ を改めて合成

後の改善輝度と入力画像の輝度による改善比 $\text{Ratio}(i,j)$ とする。この値をもとに合成後の改善輝度 $\text{dwy}(i,j)$ を計算する処理を192の輝度調整手段が行う。次に、193が $\text{Ratio}(i,j)$ を使って改めて、入力画像の色差 $\text{cr}(i,j), \text{cb}(i,j)$ を修正して合成後の色差 $\text{dwcr}(i,j), \text{dwcb}(i,j)$ を生成するのである。その後、実際の画素値に変換して合成画像3の $\text{Pi}j$ における画素値 $\text{VWPi}j(\text{wr}(i,j), \text{wg}(i,j), \text{wb}(i,j))$ を求め、ガンマ変換手段195が入力画像に本来加えられていたガンマ変換処理を行うことで最終的に画像出力手段15で出力する出力画像2を生成するのである。

【0113】

このように本発明では、入力画像における色のバランスを保つために、コントラスト改善処理時には輝度のみの改善を行い、その際の改善度合いを示す改善比をもとに入力画像の色差を修正することで合成画像の色バランス改善を図るものである。とくに、修正後の色差の飽和状態を考慮して改善度合いを図ることで、入力画像の色バランスを保持しながらコントラスト改善を行うことが可能となり、改めて色バランスを改善するための手段や仕組みを考慮する必要がないことが特徴である。

【0114】

さらに、これらの処理は本発明の第6の実施の形態である画像処理方法に従いコンピュータ等に使用される中央演算処理装置(CPU)及びデジタルシグナルプロセッサ(DSP)等を使ったソフトウェア処理でも同様に実現することができる。

【0115】

また、本発明の第6の実施の形態である画像処理方法に従い生成されたLSIチップのような半導体チップを用いても同様に実現することができる。

【0116】

【発明の効果】

以上のように、本発明の第1の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める。得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際に、対象画素の輝

度に応じて制御することで、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少が改善することができるようにしたものである。

【0117】

以上のように、本発明の第2の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める際に、対象画素の輝度に応じて周辺領域の平均画素値である比較濃度を制御するものである。こうすることで、より対象画素の濃度とその周囲の比較濃度の差を強調することができ、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少が改善することができるようにしたものである。

【0118】

以上のように、本発明の第3の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める。得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換する際に、対象画素の濃度と周囲画素の濃度の差分に応じて上記コントラスト改善量を補正することで、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少が改善することができるようにしたものである。

【0119】

以上のように、本発明の第4の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の周辺領域における平均画素値を求める際に、まずコントラスト改善時に使用する画素の垂直方向位置を決定し、決定された画素を対象として、各水平画素位置ごとに垂直方向における画素濃度の加算値を求める。そして、得られた各水平画素位置における加算値より、対象画素の周囲画素として設定された領域内に含まれる水平画素位置の値を用いて、対象画素に対する比較濃度を算出することで処理の簡略化を実現するものである。

【0120】

以上のように、本発明の第5の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の周辺領域における平均画素値を求める際に、まずコントラスト改善時に使用する画素の垂直・水平方向位置を決定する。そして、決定された水平画素位置に対し

て、選択された垂直方向の画素濃度の加算値を求める。そして、対象画素の周囲画素として設定された領域内に選択された水平画素位置が含まれる場合には、その含まれる水平画素位置での加算値を用いる。対象画素の周囲画素として設定された領域内に選択された水平画素位置が含まれない場合にはその隣接する選択された水平画素位置における加算値を用いる。この手順をもとに、対象画素に対する比較濃度を高速に算出することで処理の簡略化を実現するものである。

【0121】

以上のように、本発明の第6の画像処理装置及び画像処理方法は、対象画素の画素値とその周辺領域における平均画素値の比較よりコントラスト改善量を求める。そして本発明の第1の画像処理装置及び方法と同様に得られたコントラスト改善量を実際の画素値に変換し、入力画像との合成処理を行う。その後、入力画像における対象画素の輝度・色成分と合成画像の輝度・色成分と比較して、輝度の低下をしないようにするとともに、入力画像の色成分に比例した値を用いることで、合成画像における色ずれを抑えることで最終的に出力される画像の高画質化を実現したものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態である画像処理装置の構成を表すブロック図

【図2】

本発明の第1の実施の形態である画像処理装置におけるコントラスト改善手段の構成を表す図

【図3】

本発明の第1の実施の形態である画像処理装置における多重解像度でのコントラスト改善手段の構成を表すブロック図

【図4】

本発明の第1の実施の形態である画像処理装置における画像合成手段の構成を表すブロック図

【図5】

本発明の第1の実施の形態である画像処理装置における強調量算出手段の構成

を表すブロック図

【図 6】

本発明の第 2 の実施の形態である画像処理装置における強調量算出手段の構成
を表すブロック図

【図 7】

本発明の第 3 の実施の形態である画像処理装置における強調量算出手段の構成
を表すブロック図

【図 8】

本発明の第 1, 2, 3, 4, 5 の実施の形態である画像処理装置における前処
理手段と後処理手段の例を表す模式図

【図 9】

本発明の第 1 の実施の形態である画像処理方法における全体のフローチャート

【図 1 0】

本発明の第 1 の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理
と画像合成処理のフローチャート

【図 1 1】

本発明の第 2 の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理
のフローチャート

【図 1 2】

本発明の第 2 の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理
のフローチャート

【図 1 3】

本発明の第 1 から第 6 の実施の形態のいずれかに記載の画像処理方法における
コントラスト改善処理に使用されている人間の視覚モデルの概念図

【図 1 4】

本発明の第 4 の実施の形態である画像処理装置におけるコントラスト改善手段
の構成を表すブロック図

【図 1 5】

本発明の第 4 の実施の形態である画像処理装置における多重解像度でのコント

ラスト改善手段の構成を表すブロック図

【図 1 6】

本発明の第 4 の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理のフローチャート

【図 1 7】

本発明の第 5 の実施の形態である画像処理装置におけるコントラスト改善手段の構成を表すブロック図

【図 1 8】

本発明の第 5 の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理の概要を表す図

【図 1 9】

本発明の第 6 の実施の形態である画像処理装置における後処理手段の構成を表す図

【図 2 0】

本発明の第 6 の実施の形態である画像処理方法におけるコントラスト改善処理と後処理手段のフローチャート

【図 2 1】

本発明の第 6 の実施の形態である画像処理方法における後処理の概要を表す図

【図 2 2】

従来例における画像処理装置の構成を表すブロック図

【図 2 3】

従来例における画像処理装置の構成を表すブロック図

【図 2 4】

従来例における画像処理装置の構成を表すブロック図

【符号の説明】

- 1 入力画像
- 2 出力画像
- 3 強調画像
- 1 0 画像入力手段

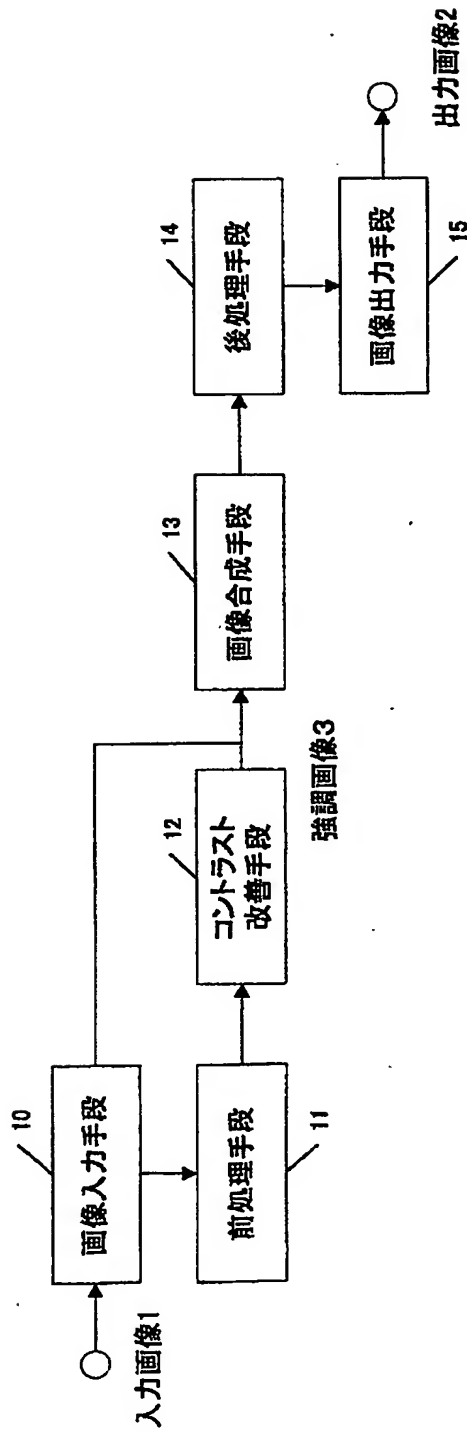
- 1 1 前処理手段
- 1 2 コントラスト改善手段
- 1 3 画像合成手段
- 1 4 後処理手段
- 1 5 画像出力手段
- 2 0 比較画素決定手段
- 2 1 強調量導出手段
- 2 2 変換基準値算出手段
- 2 3 画素値変換手段
- 3 0 周辺範囲初期化手段
- 3 1 終了判定手段
- 3 2 周辺範囲変更手段
- 4 0 結合係数導出手段
- 4 1 加重平均合成手段
- 4 2 出力値決定手段
- 5 0 周囲平均手段
- 5 1 改善量算出手段
- 6 0 エッジ情報検出手段
- 6 1 補正係数算出手段
- 6 2 比較量補正手段
- 7 0 輝度差分平均手段
- 7 1 強調成分算出手段
- 7 2 改善量補正手段
- 1 4 0 垂直方向加算手段
- 1 4 1 簡易周囲平均手段
- 1 7 0 間引き垂直方向加算手段
- 1 9 0 入力輝度・色差計算手段
- 1 9 1 輝度比算出手段
- 1 9 2 輝度調整手段

- 1 9 3 色差成分修正手段
- 1 9 4 画像再生成手段
- 1 9 5 ガンマ変換手段
- 2 2 0 画像データ入力手段
- 2 2 1 画像データ分割手段
- 2 2 2 ヒストグラム作成手段
- 2 2 3 コントラスト伸張手段
- 2 2 4 画像データ出力手段
- 2 3 0 C C D
- 2 3 1 メモリ
- 2 3 2 乗算手段
- 2 3 3 レベル重み付加手段 H
- 2 3 4 加算手段
- 2 3 5 速度変換手段
- 2 3 6 レベル圧縮手段
- 2 3 7 タイミング制御手段
- 2 3 8 レベル重み付加手段 L
- 2 3 9 画像合成部
- 2 4 0 デジタル撮像装置
- 2 4 1 プロセッサ
- 2 4 2 フィルタ
- 2 4 3 ディスプレイ

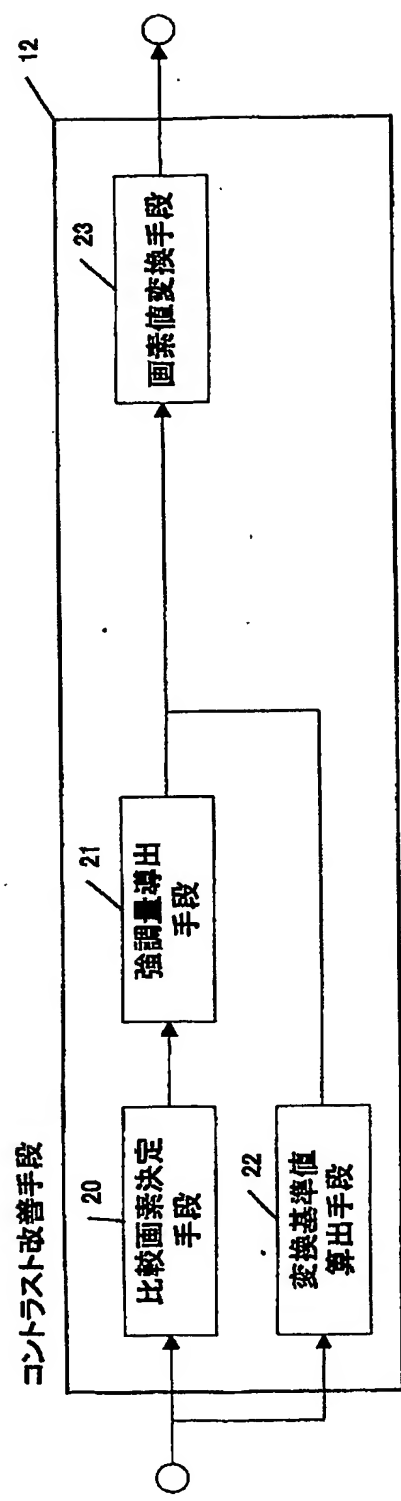
【書類名】

図面

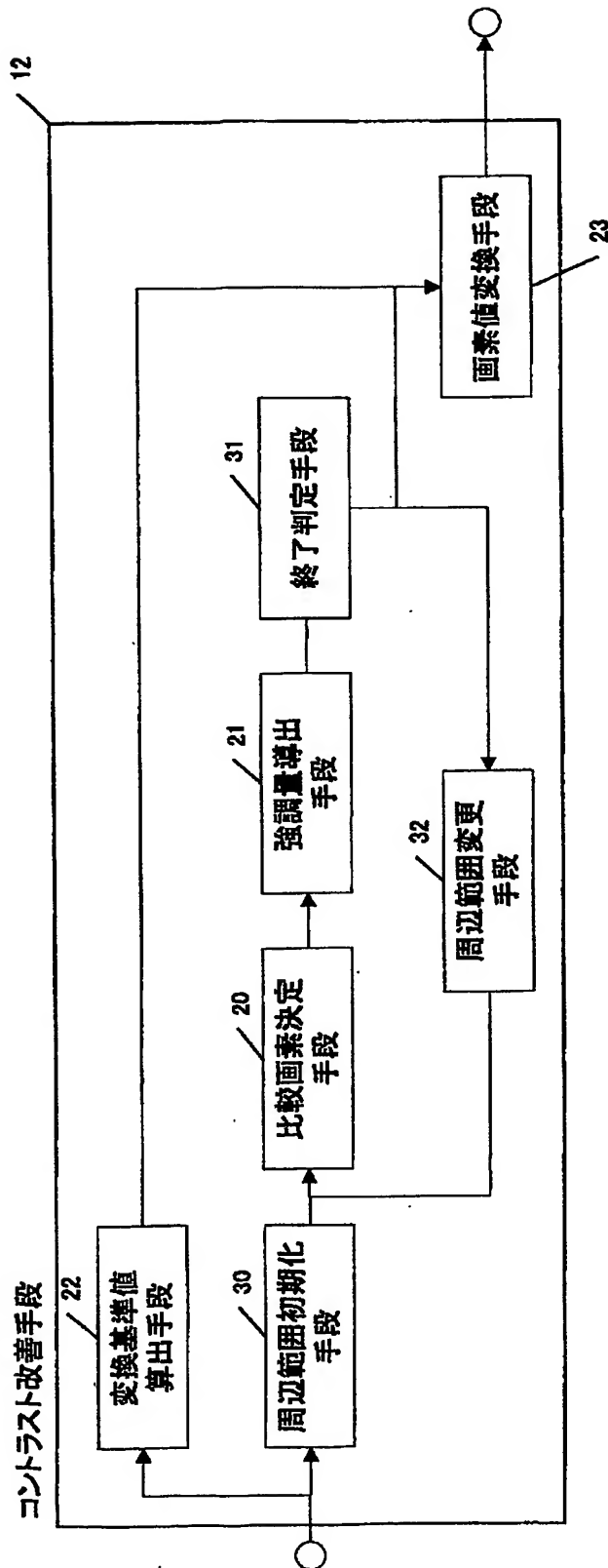
【図 1】



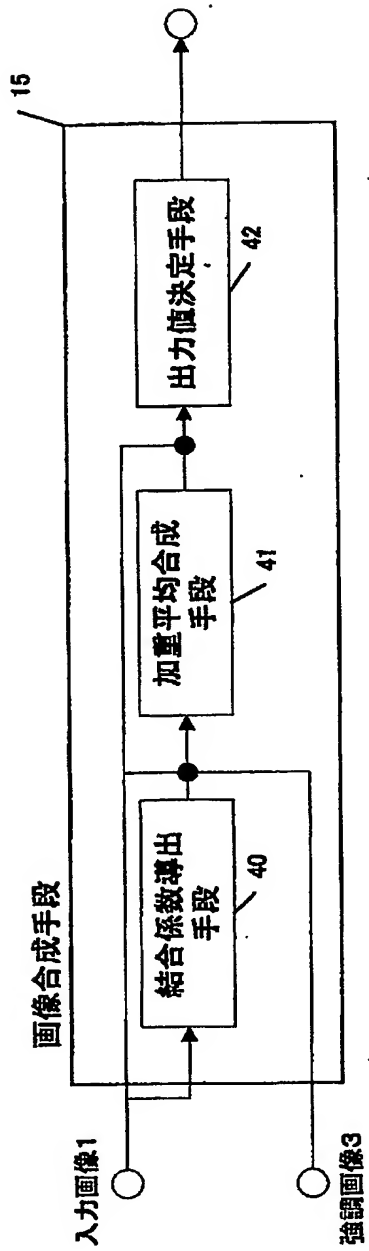
【図2】



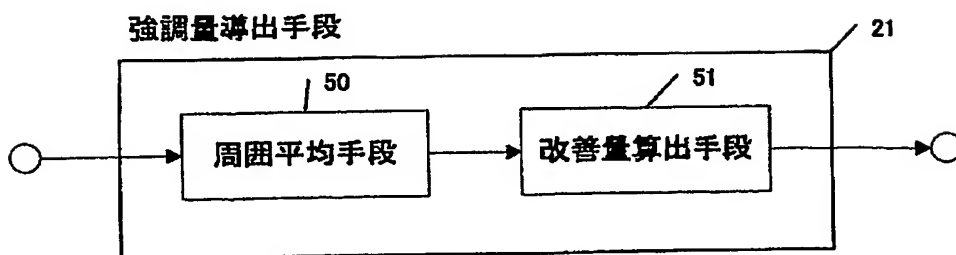
【図 3】



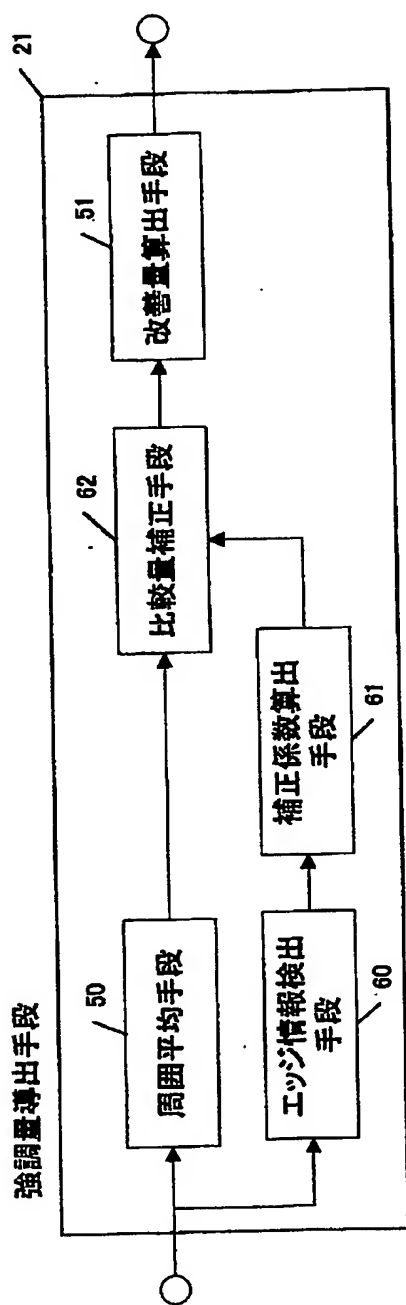
【図 4】



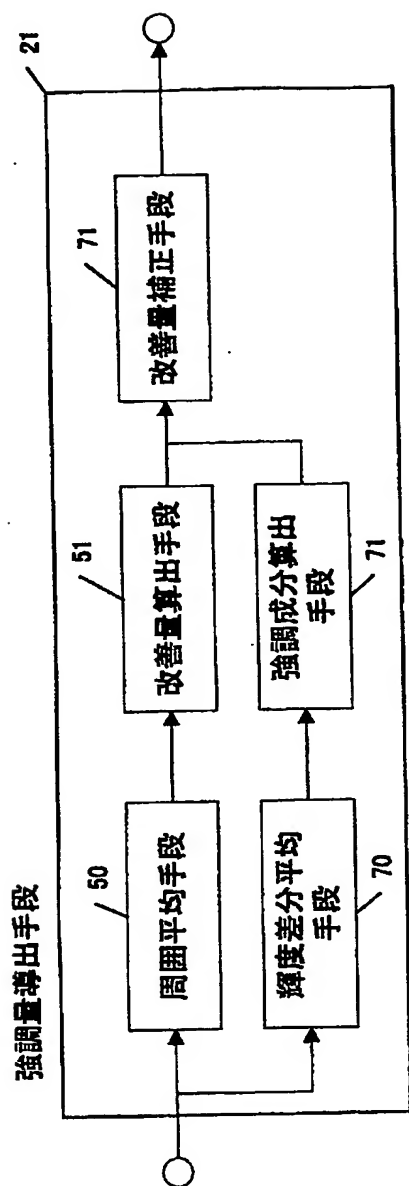
【図 5】



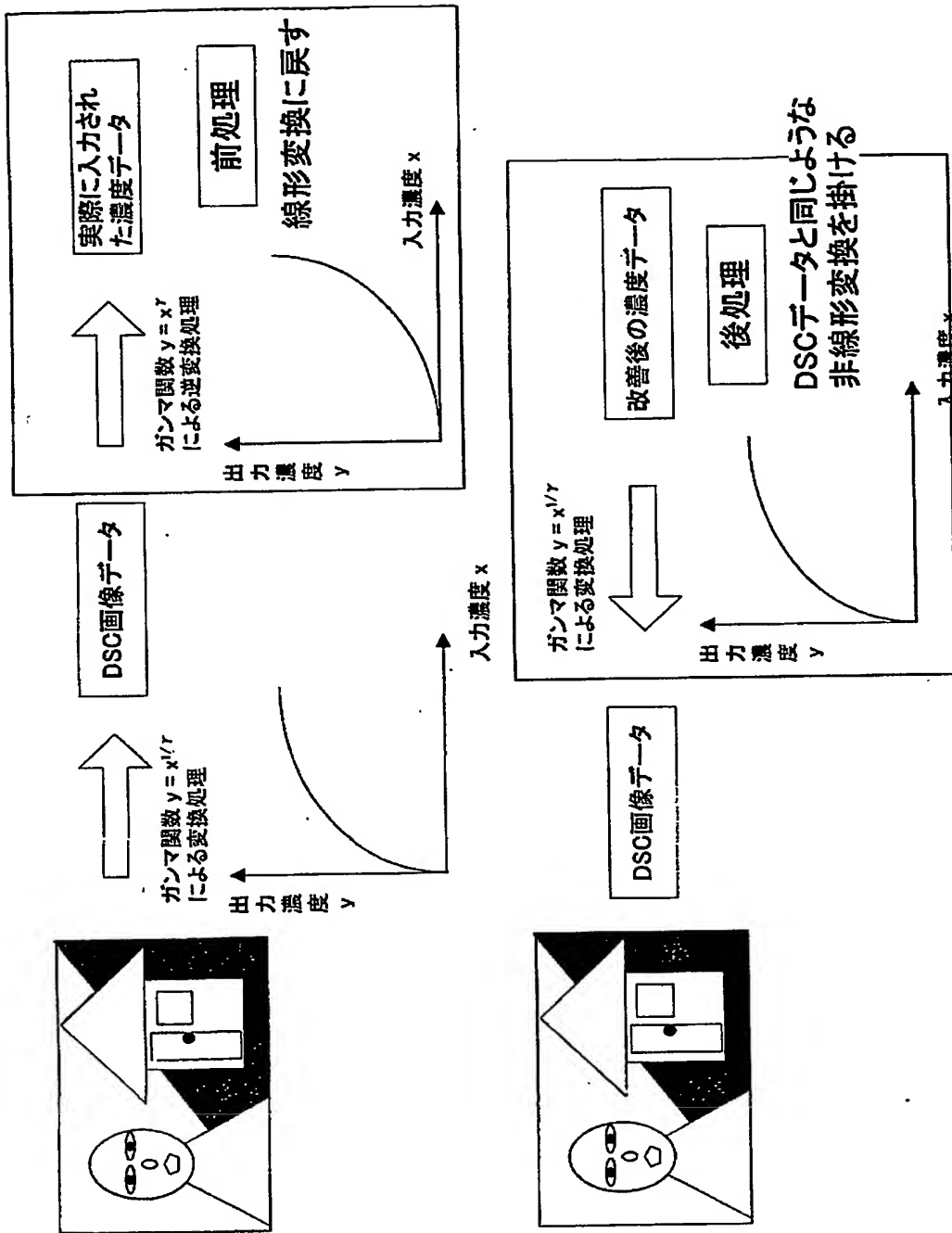
【図 6】



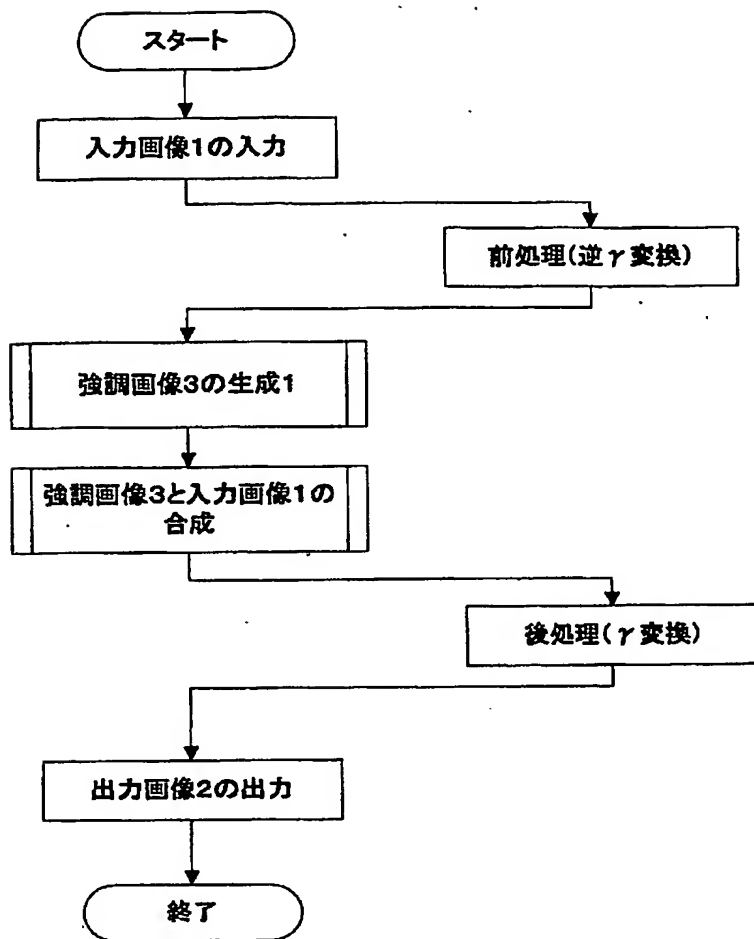
【图 7】



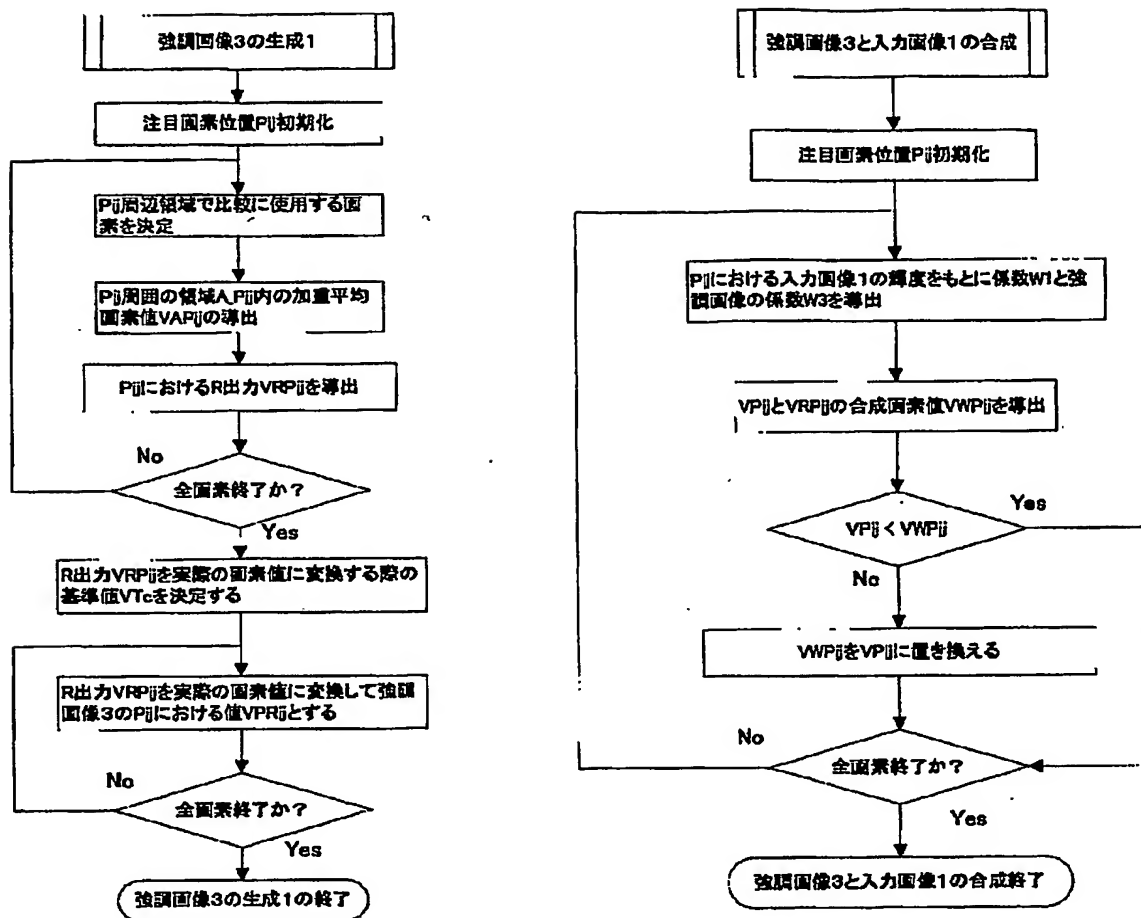
【図 8】



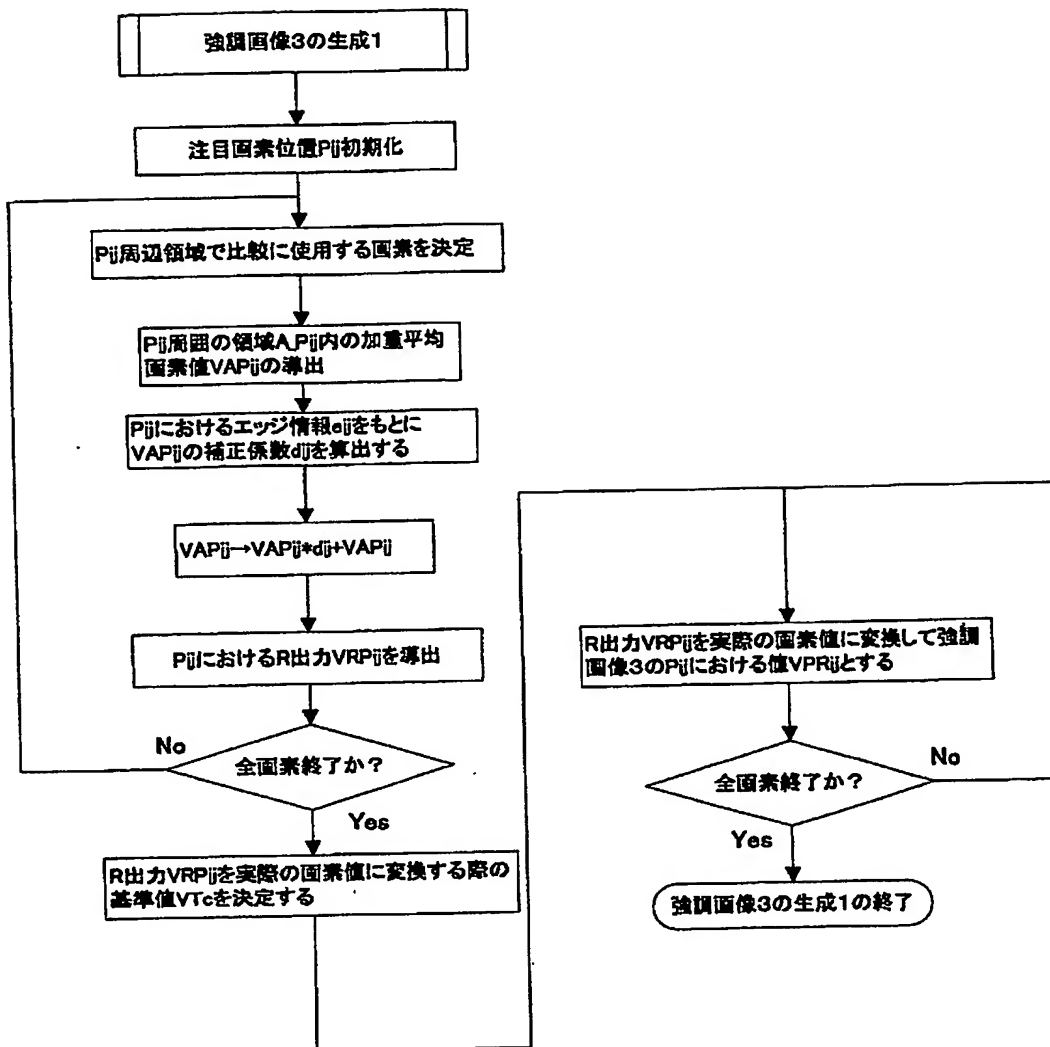
【図9】



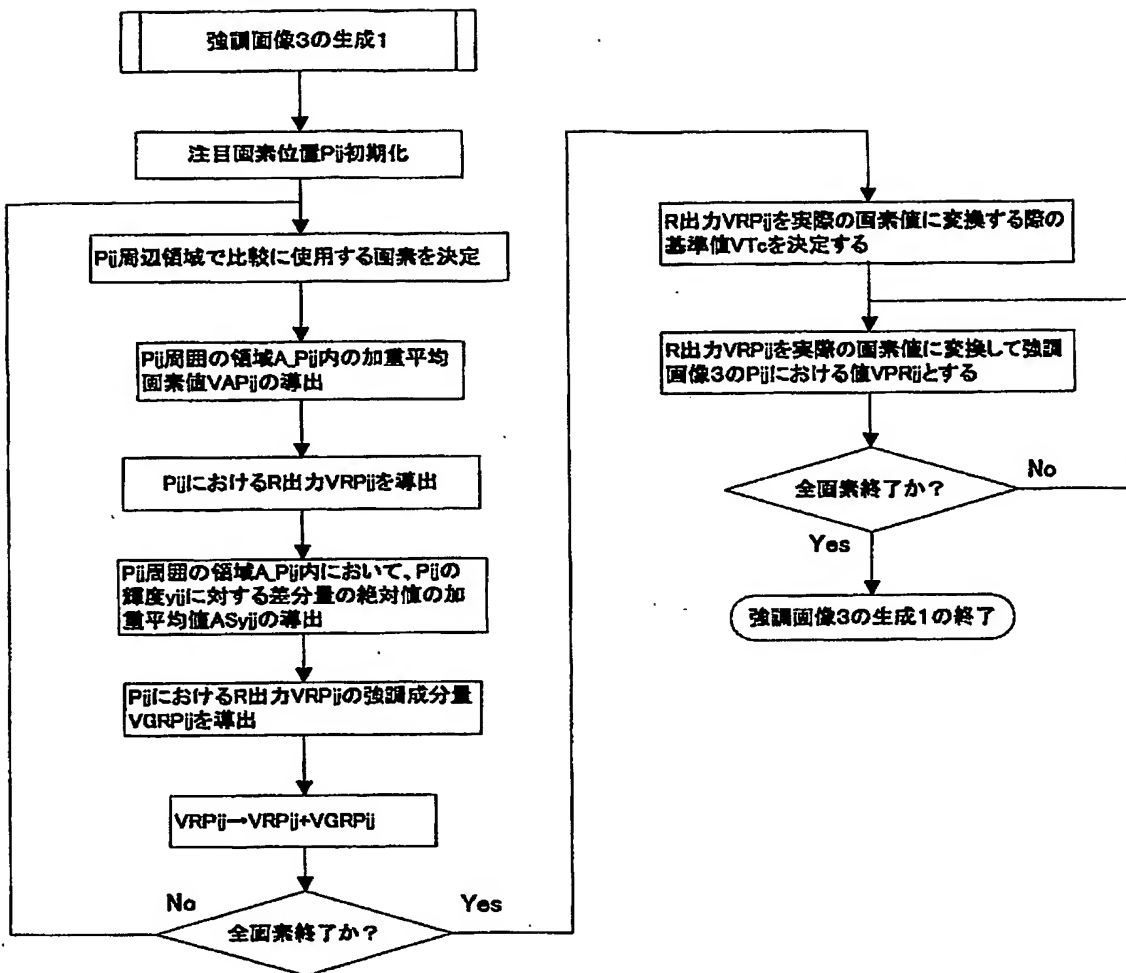
【図10】



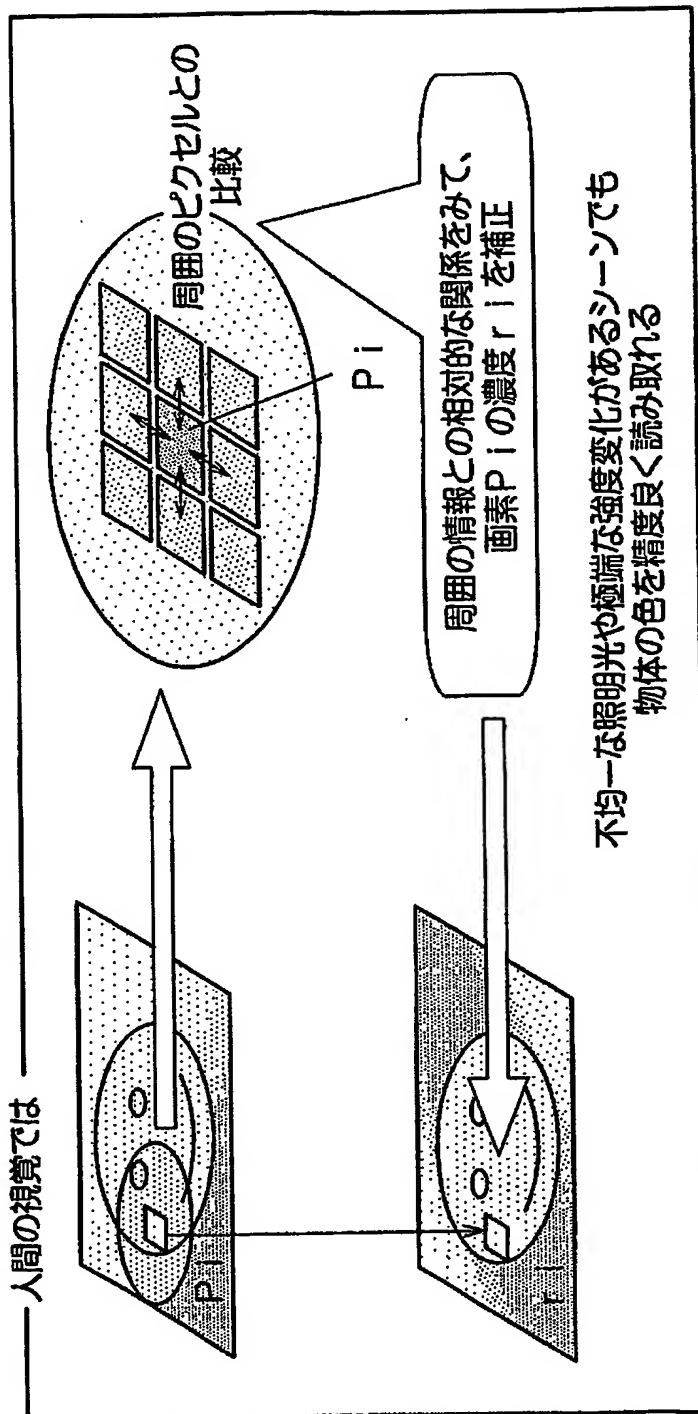
【図 11】



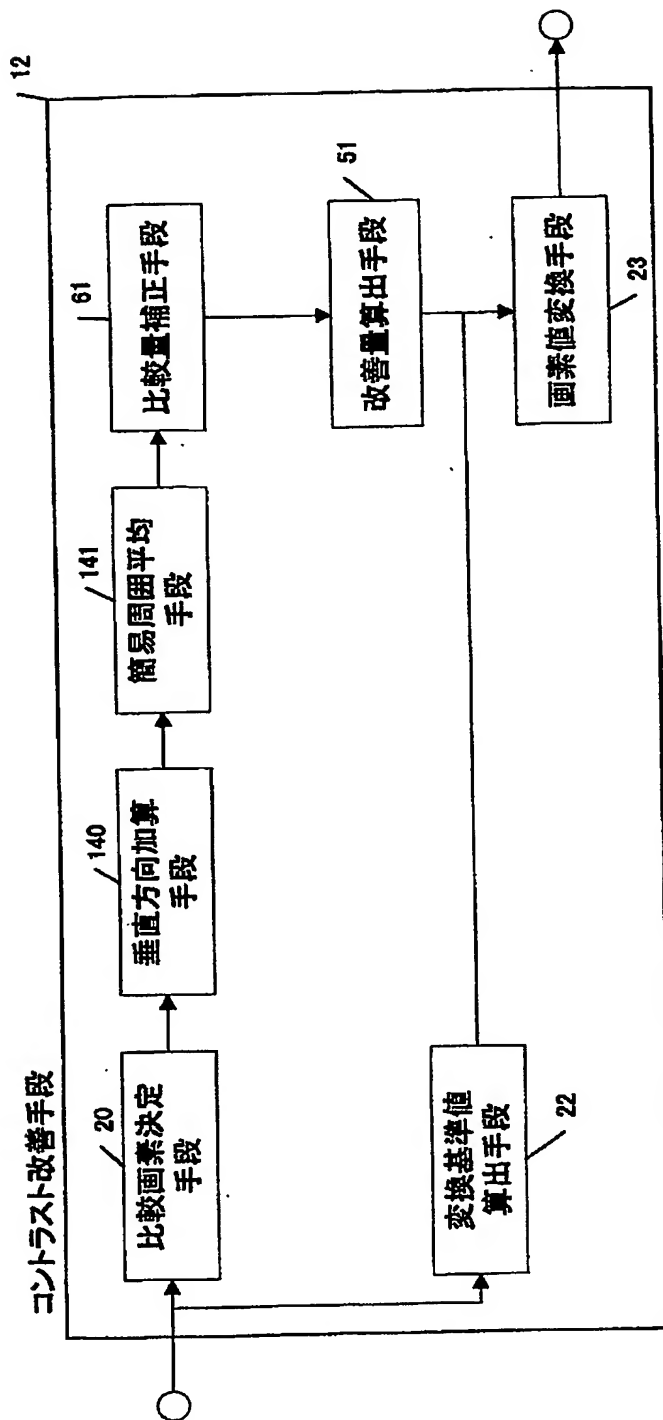
【図 12】



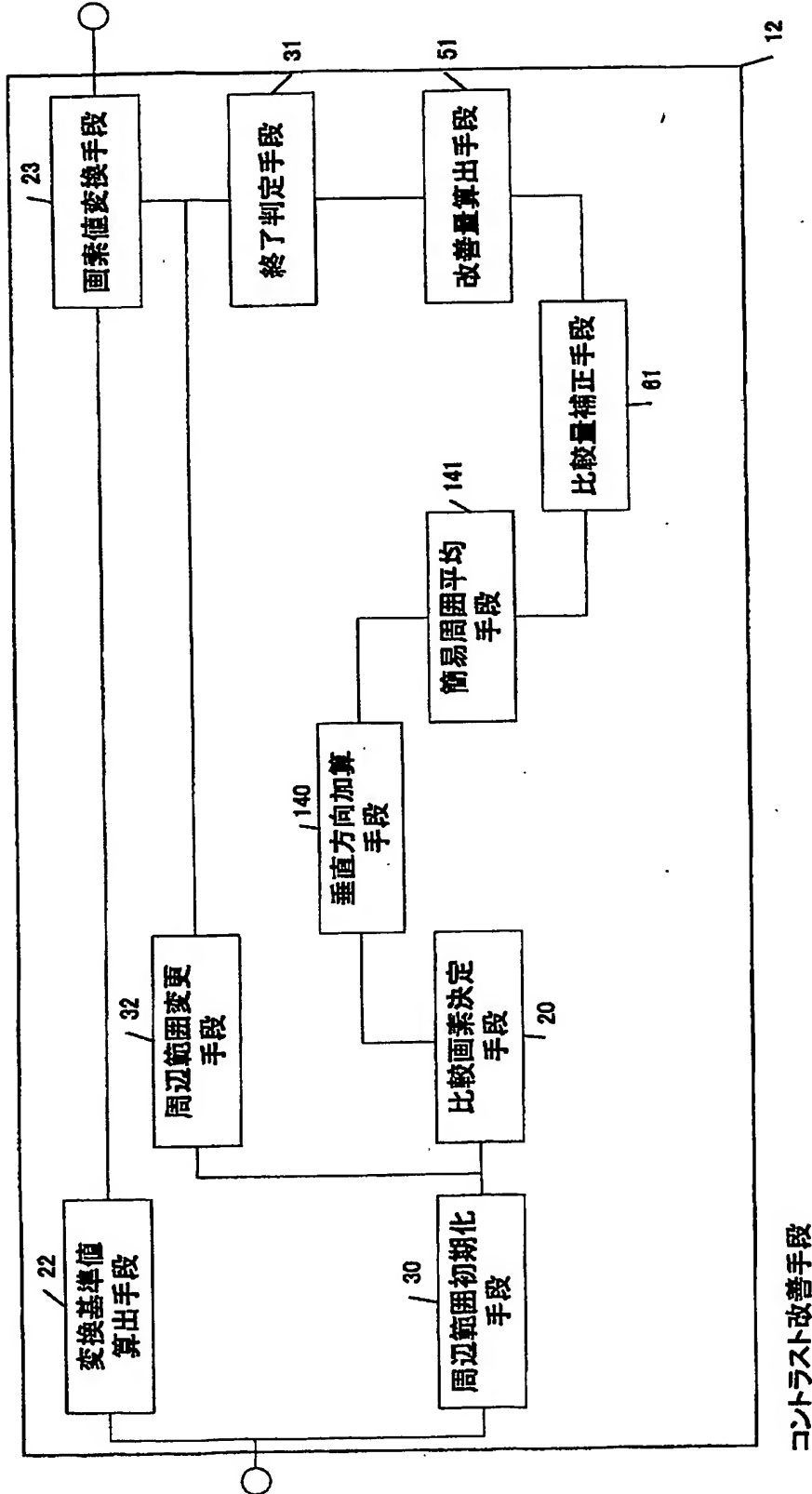
【図 13】



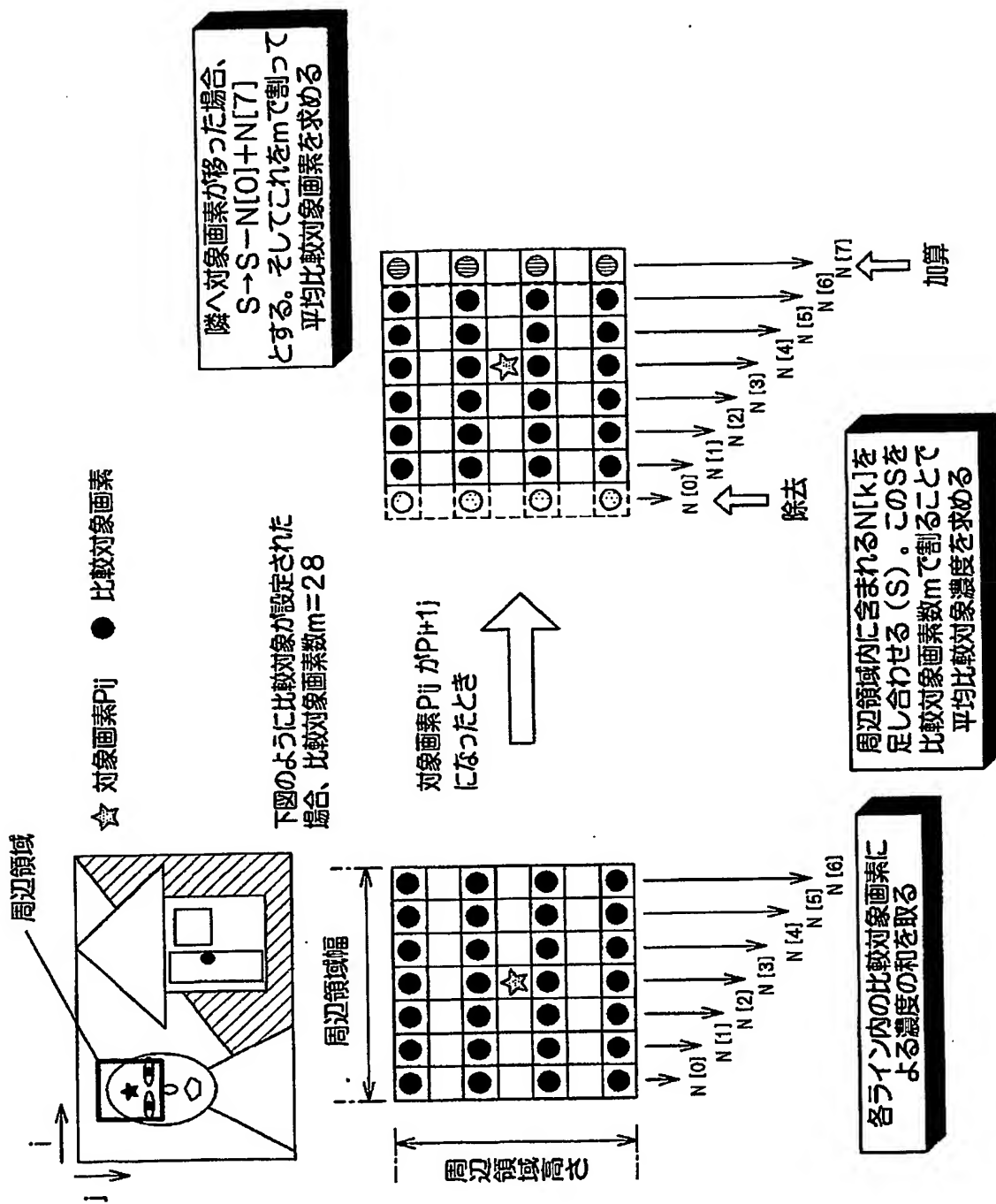
【図14】



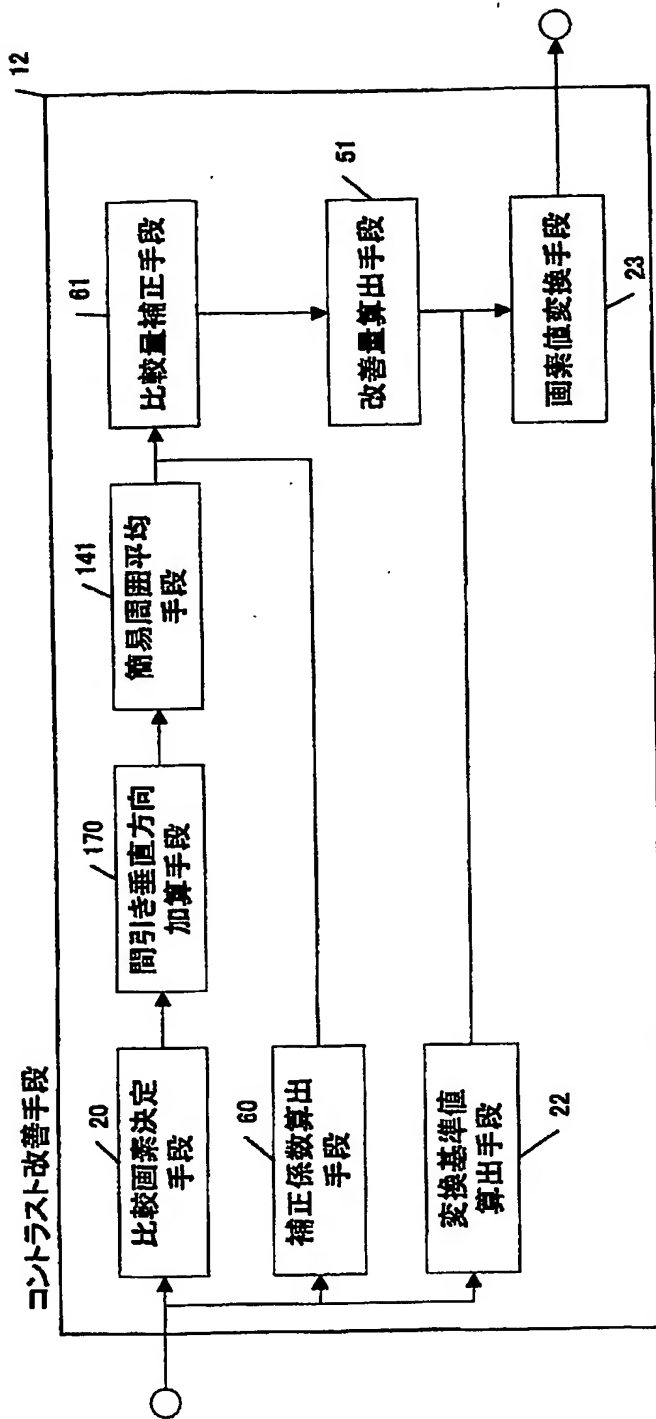
【図 15】



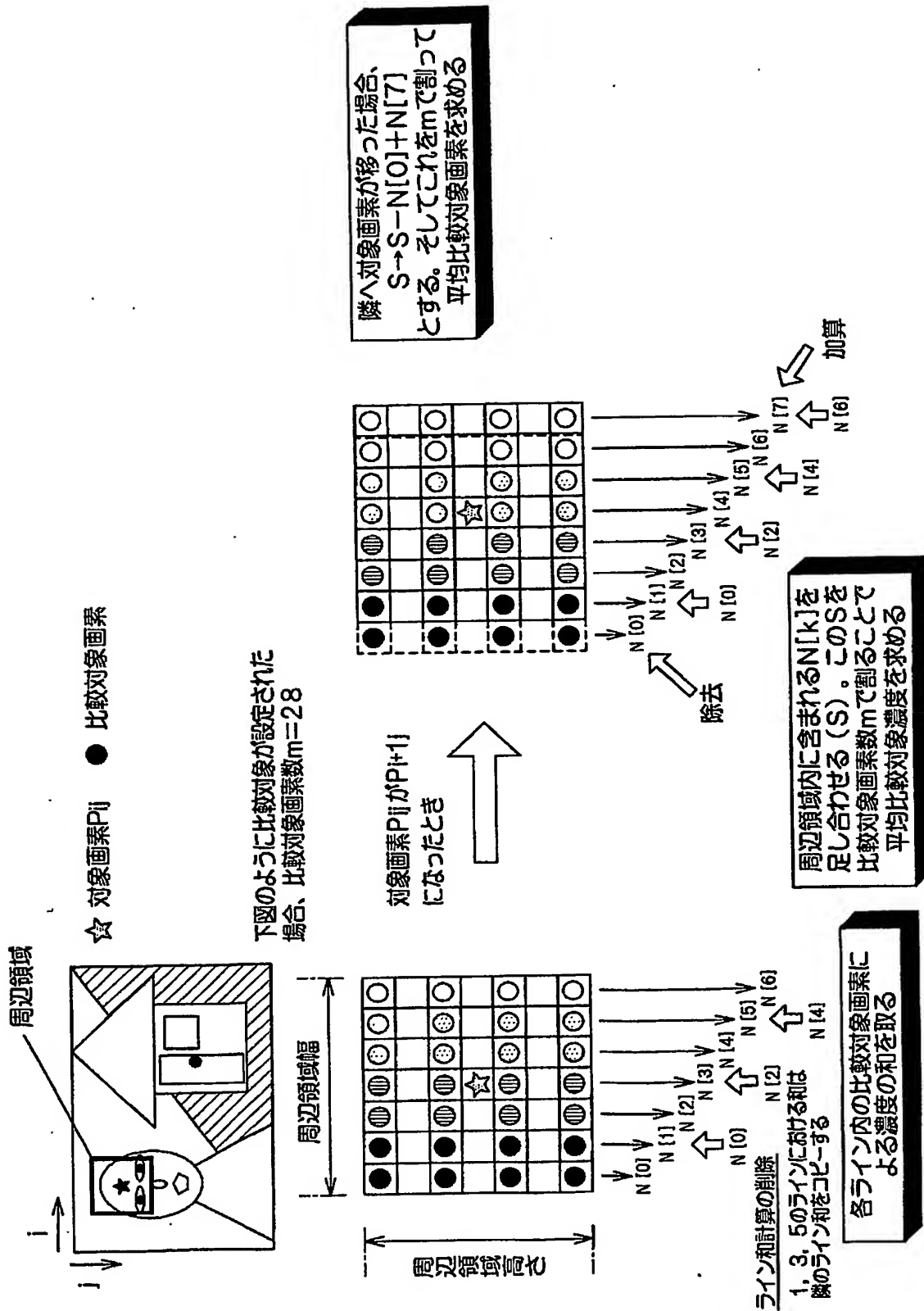
【図 16】



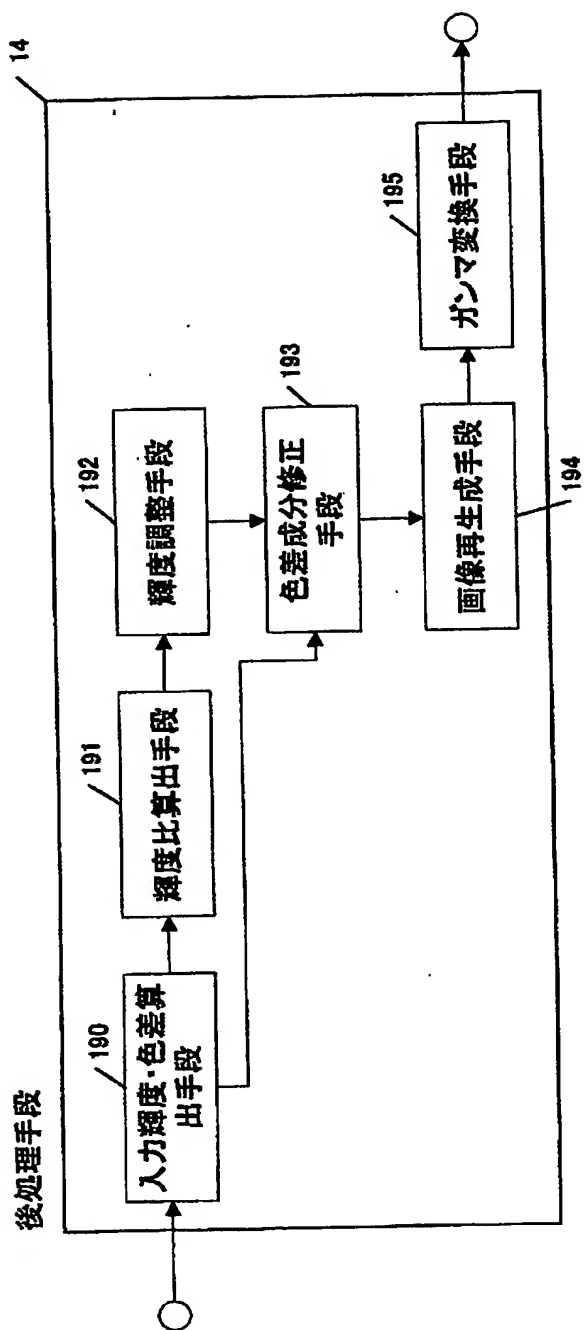
【図 17】



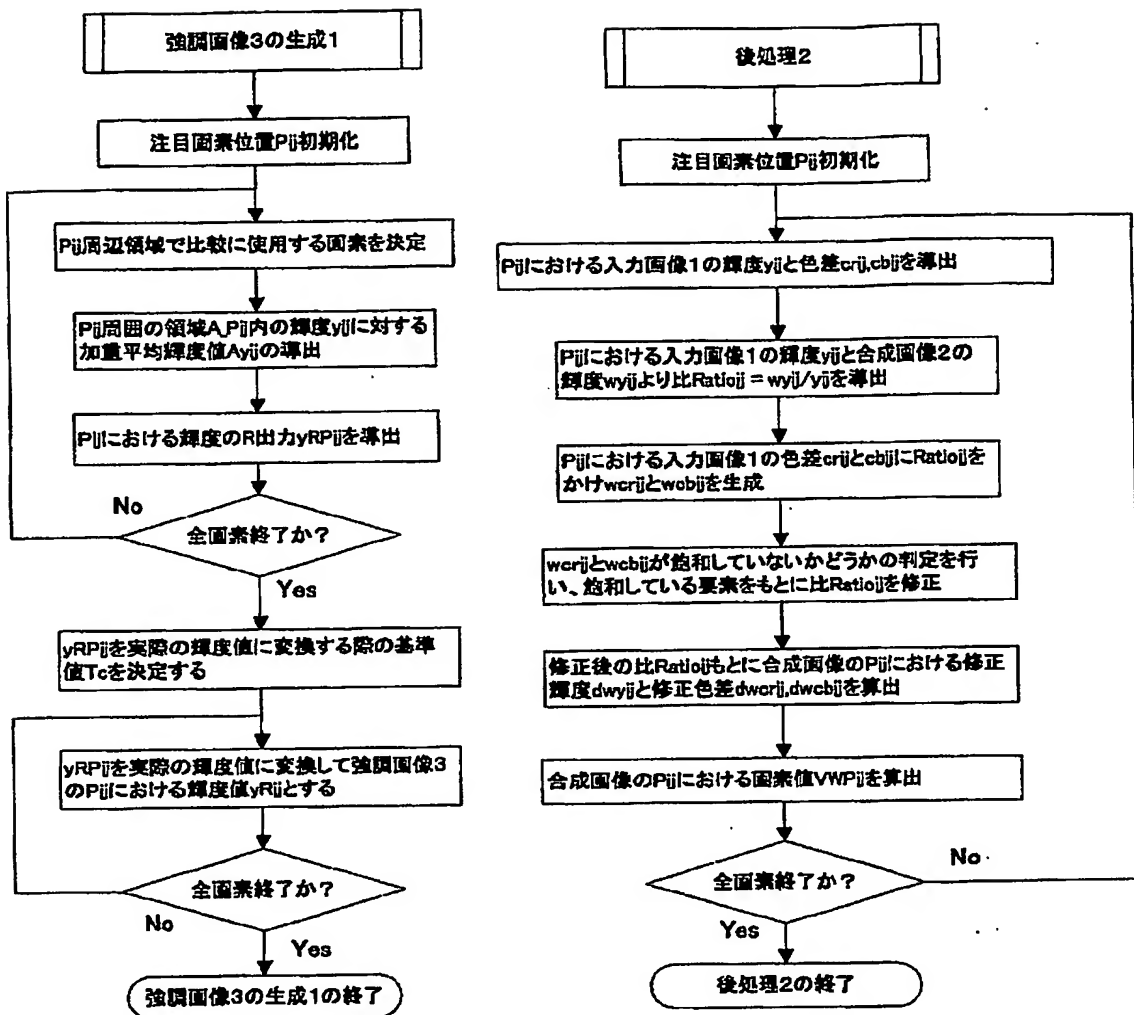
【図 18】



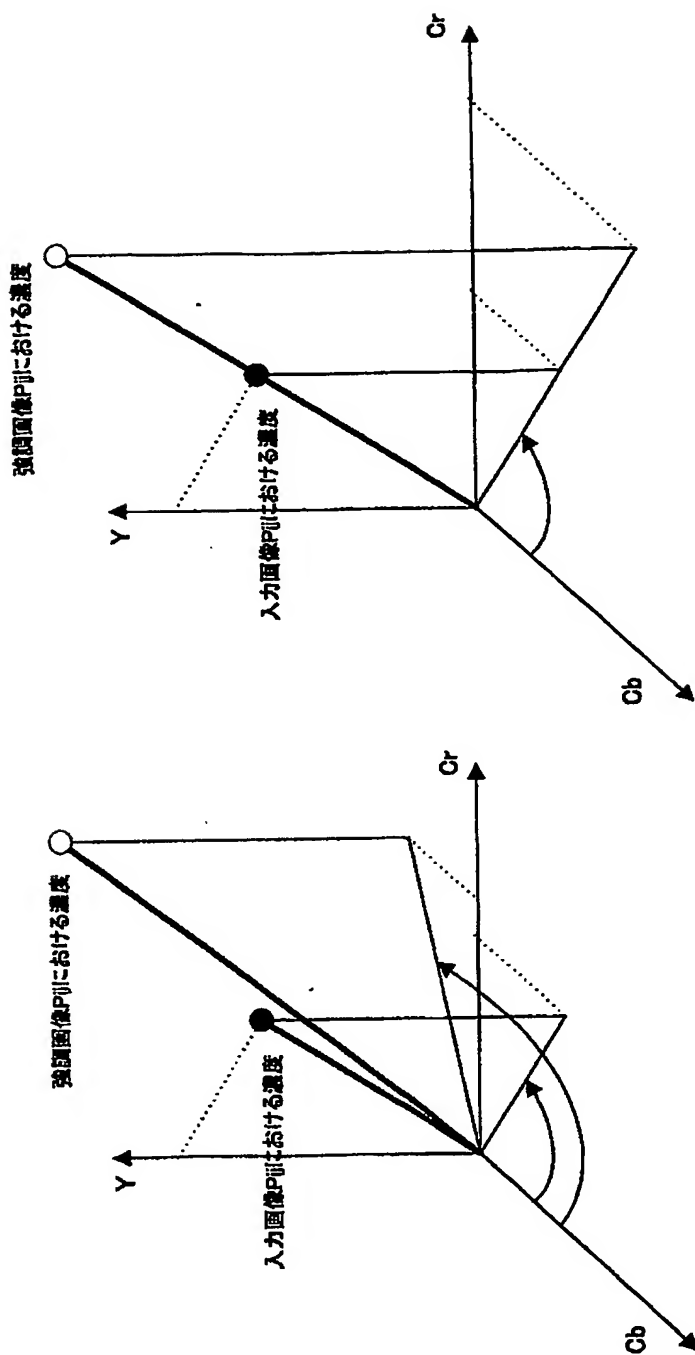
【図 19】



【図20】



【図 21】



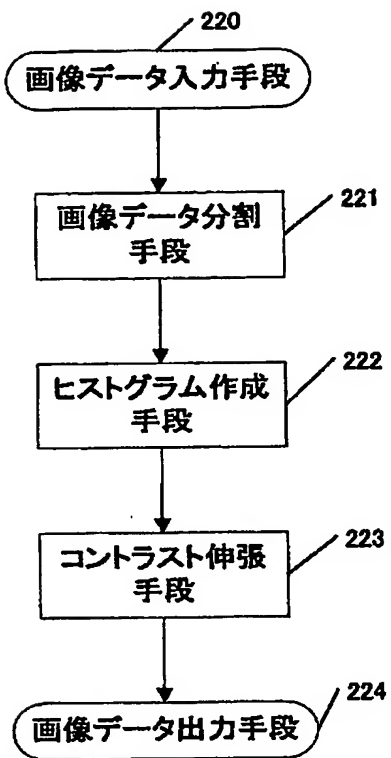
(b) 輝度のみ強調させ、その強調程度を色差に反映させた場合

入力画像の色の傾向(色相等)をある程度保持できる

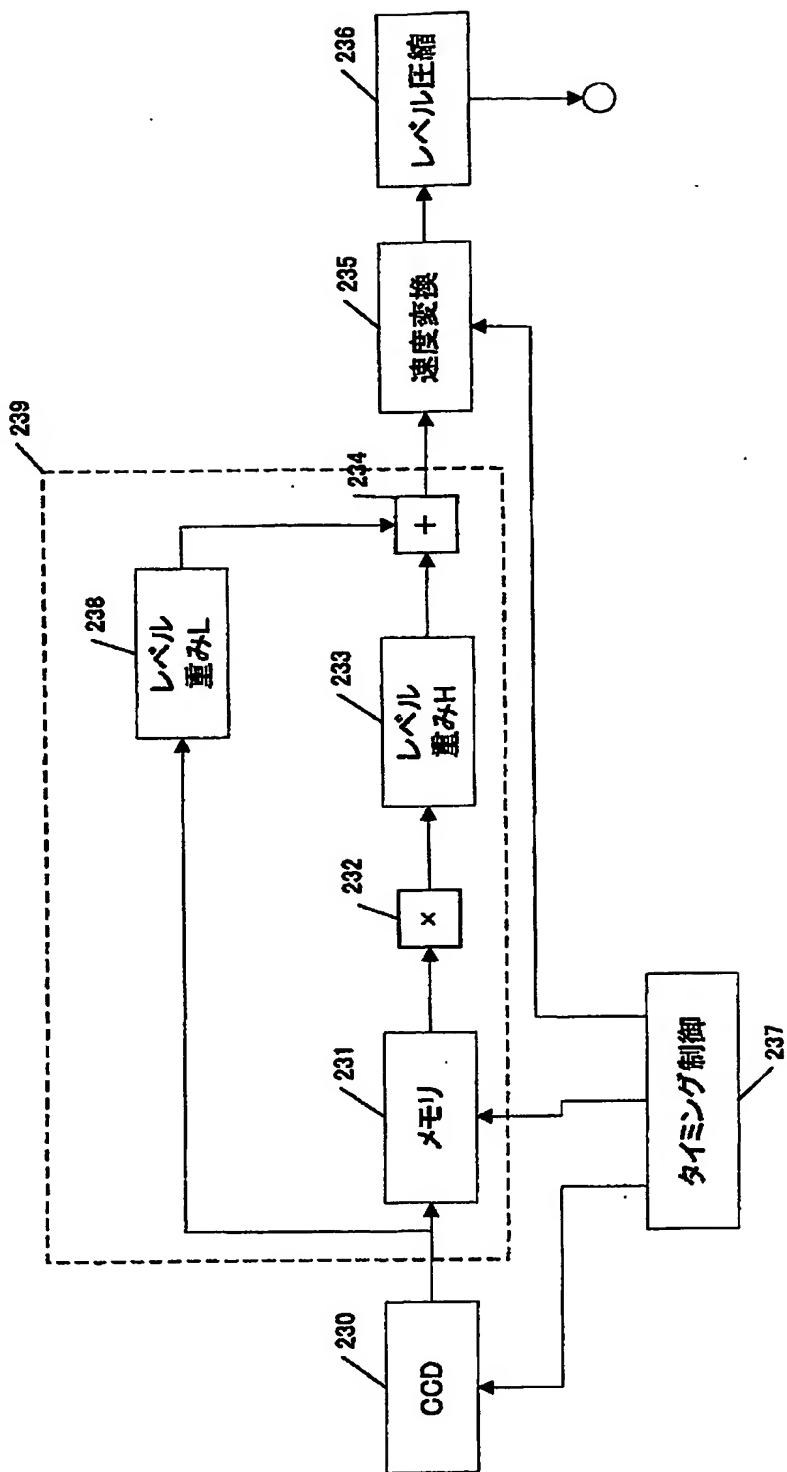
(a) 3成分独立で強調する場合

強調画像において色ずれが発生することがある

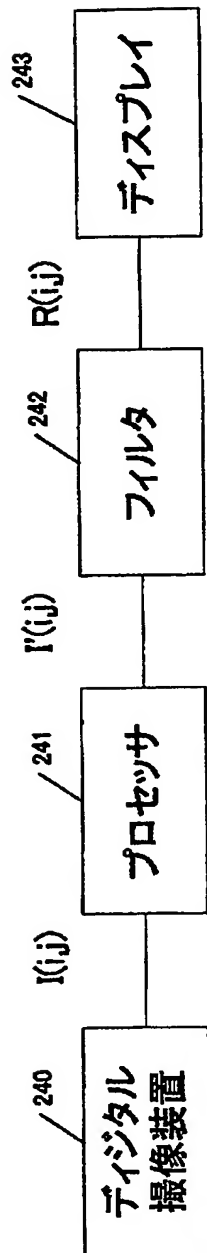
【図 2 2】



【図 23】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デジタルカメラ等で得られたデジタル画像のコントラストを自動的に調整して、より鮮明な画像を高速に得る。

【解決手段】 画像入力手段 10 で得られた入力画像 1 に対して、コントラスト改善手段 12 が人間の視覚モデルを利用したコントラスト改善を行う。即ち、対象画素 P_{ij} の画素値 V_{Pij} とその周辺視野領域にある画素値の加重平均画素値 V_{APij} の間の相対的な比較により P_{ij} のコントラスト改善量 VR_{Pij} を算出する。その値を実際の画素値に変換する際の基準値を制御することでコントラスト強調画像 3 を生成する。そして、入力画像の輝度をもとに強調画像 3 と入力画像 1 の結合係数を適応的に変化させる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社